IDEAS PARA DOCENTES-INVESTIGADORES ADVENTISTAS



GERMÁN H. ALFÉREZ, Ph.D.

Ideas para docentes-investigadores adventistas

Germán H. Alférez, Ph.D.

Coordinación editorial: Victor A. Korniejczuk
Diagramación: Germán H. Alférez
Publicaciones Universidad de Montemorelos

Título original: *Ideas para docentes-investigadores adventistas*, 1ª edición, 2020



ISBN: 978-607-8001-21-7
Fecha de catalogación: 23/09/2020
PUBLICACIONES UNIVERSIDAD DE MONTEMORELOS
Apartado 16, Montemorelos
Nuevo León, 67530, MÉXICO

Teléfono: 52 826 2630900, Ext. 626
Fax: 52 826 2630901
E-mail: vkorniej@um.edu.mx
Website: www.um.edu.mx

Fotografía en la tapa: Rakicevic Nenad, Pexels

Comentarios acerca de esta obra

«*Ideas para docentes-investigadores adventistas* es una obra de carácter práctico escrita por alguien que vivió el proceso necesario para convertirse en un docente investigador. El Dr. Germán H. Alférez aborda las diferentes situaciones que se viven en una universidad adventista, para demostrar que es posible hacer investigación mientras se enseña. En cada situación él ve una posibilidad para enseñar e investigar. Sus ideas prácticas son apoyadas con ejemplos vividos en su práctica docente. Es sumamente interesante el hecho de que el autor asuma la investigación como un ejercicio espiritual y de testificación. El lector encontrará en esta obra una fuente muy importante de iniciativas, consejos y métodos para cumplir su tarea de docente-investigador».

– Gamaliel Flórez G., DMin. Director de Educación, División Interamericana de la Iglesia Adventista del Séptimo Día

«En el libro *Ideas para docentes-investigadores adventistas* encontramos una guía que ayuda a avanzar en las diferentes etapas del ciclo investigación-análisis-redacción-publicación. Los aspectos técnicos de este ciclo podrían ser encontrados en otro material bibliográfico. Sin embargo, este libro, además de reunir elementos académicos-técnicos-científicos, destaca la cosmovisión bíblico-cristiana como fundamento y eje central de todas las motivaciones de un docente-investigador. Además, este libro narra la experiencia personal del autor en el ciclo, de tal forma que todos los docentes puedan

sentirse identificados durante el desarrollo de las competencias, habilidades y técnicas hasta convertirse en docentes-investigadores».

– Sócrates Quispe-Condori, Ph.D. Director Asociado para Educación Superior, Departamento de Educación, División Sudamericana de la Iglesia Adventista del Séptimo Día

Dedico este libro a mis amados Doris, Johan y Daniel, y a los valiosos docentes en universidades de la Iglesia Adventista del Séptimo Día.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme dado la sabiduría y el entusiasmo para escribir este libro. Gracias a Doris, mi esposa, por haberme animado y apoyado en cada paso de la preparación de esta obra. A Johan y Daniel, mis hijos, por haber tomado el éxito de este proyecto como un asunto familiar. Dejo esta obra como un legado para ellos. A mis padres, Germán y Esperanza, y a mis suegros, José Omar y Rocío, por sus oraciones, ideas y palabras de aliento específicas referidas a este libro. A mi hermano Mauricio, por sus ideas estratégicas, profundas y francas. Al Dr. Ismael Castillo, Rector de la Universidad de Montemorelos, por su amable apoyo en este proyecto. Al Dr. Humberto Rasi, por haber escrito el prólogo y por ver el potencial de esta obra para fortalecer la investigación en círculos adventistas. Al Dr. Gamaliel Flórez y al Dr. Sócrates Quispe, respectivamente en la dirección de los Departamentos de Educación de la División Interamericana y la División Sudamericana de la Iglesia Adventista del Séptimo Día, por sus reseñas del libro. Al Ingeniero Alejandro García, director de la Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de Montemorelos, por haber creído en este proyecto desde cuando era un sueño. Al Dr. Victor Korniejczuk, por liderar el proceso de revisión de esta obra.

Tabla de contenido

Prólogo

Cuando Dios creó a los seres humanos a su imagen y semejanza, los dotó con la capacidad de percibir, pensar, inventar, decidir y actuar. Luego les asignó la responsabilidad de cuidar y administrar el planeta, con su ecosistema, su flora y sus criaturas, a los cuales él sigue sustentando.

Siglos más tarde, Jesús destacó la importancia de amar a Dios con todo nuestro ser, incluyendo la mente. Esto significa que no existe incompatibilidad entre nuestra confianza en Dios y nuestras actividades intelectuales, entre la fe y la razón.

A lo largo de la historia –y a pesar de las limitaciones causadas por el pecado– muchos han empleado esa capacidad para entender lo que Dios ha creado y también para generar arte, ciencia y tecnología. Es más: fueron creyentes cristianos los que establecieron los fundamentos de las ciencias modernas.

Durante las últimas décadas la tecnología ha progresado de manera acelerada, poniendo a nuestro alcance no solo un incalculable volumen de información, sino también los dispositivos para manipular con rapidez datos extremadamente complejos. Todo esto nos ha abierto vastos campos de conocimiento e innovación en la labor educativa y la investigación.

Muchos cristianos nos sentimos atraídos por la posibilidad de explorar aspectos de la creación divina y la invención humana, y de generar nuevos conocimientos y nuevas

perspectivas de la realidad. Dios bendice estos esfuerzos, porque a menudo apoyan su plan de salvación y benefician a quienes sufren los efectos de la ignorancia, las carencias y la enfermedad.

Sin embargo, al dedicarnos a la investigación, los cristianos enfrentamos algunos desafíos. Por ejemplo, cómo mantener en equilibrio nuestra pasión por descubrir algo nuevo y útil, por un lado, con las responsabilidades que tenemos hacia nuestra propia familia, por otro. También requiere atención cómo actuar con ética e integridad en un contexto social competitivo, que no siempre respeta estas cualidades fundamentales.

Afortunadamente, no estamos solos. Dios nos conoce y se interesa en lo que hacemos. Además, podemos colaborar con otros cristianos que comparten nuestras convicciones e intereses. Pero más allá de esos círculos, tenemos el privilegio de ser embajadores de la verdad y el amor de Dios entre quienes aún no lo conocen.

El Dr. Germán H. Alférez, autor de este manual, es catedrático en la Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de Montemorelos, México. A lo largo de su carrera profesional ha participado en numerosos proyectos de investigación de manera independiente y también en colaboración con estudiantes, colegas y especialistas internacionales. Además, ha presentado conferencias y talleres sobre sus investigaciones en varios países.

Su libro, *Ideas para docentes-investigadores adventistas*, constituye una novedad y un avance significativo en círculos cristianos de habla hispana. Organizado en cuatro capítulos conectados lógicamente, ofrece una introducción práctica y entusiasta a la investigación.

Después de sentar las bases conceptuales, el Dr. Alférez guía al lector en el proceso de generar ideas para proyectos de investigación. Luego explica de qué manera llevarlos adelante en varios niveles de complejidad y cómo obtener

apoyo para realizarlos. Por último, describe por qué medios los hallazgos resultantes del proceso pueden comunicarse a diversos públicos.

Lo atractivo de este libro es que, a cada paso, el autor presenta múltiples ejemplos reales y responde a las preguntas que surgen naturalmente en la mente de quien se inicia en la investigación utilizando la nueva tecnología. Además, se pone a disposición de quienes deseen conectarse electrónicamente con él para obtener consejo y orientación.

El Dr. Alférez merece nuestra gratitud por facilitar y promover, mediante esta obra, la expansión de las investigaciones generadas en el contexto de la educación cristiana, para beneficio de muchos.

Humberto M. Rasi, Ph.D.
Loma Linda, California

Prefacio

Corría el año 2018 cuando fui invitado por el Dr. Benjamin L. Clausen, investigador del *Geoscience Research Institute* y catedrático de la Universidad de Loma Linda, Estados Unidos, para unirme a una expedición de investigación en Perú. El propósito de esa expedición consistió en estudiar la relación entre la geología en ese país y el registro de la historia de la Tierra en el Génesis. Mi rol consistió en aplicar ciencia de datos, que es el estudio de la extracción de conocimiento de los datos, a los datos recabados durante la expedición para descubrir patrones de interés.

Al escuchar acerca de esta expedición y al saber que el punto de llegada del equipo de investigadores sería Juliaca, la Dra. Gladys Maquera, con quien ya había trabajando en proyectos de investigación previos, amablemente me invitó a dictar una presentación acerca de investigación a docentes y estudiantes de la Universidad Peruana Unión (UPeU), filial Juliaca.

El día de la presentación llegó y el salón de la UPeU estaba abarrotado de profesores, estudiantes e investigadores de toda la región. Sus ojos brillaban de gozo al saber que aprenderían más acerca de investigación. En esa ocasión hablé acerca de mi propia experiencia como investigador, respondiendo preguntas y mostrando el potencial de la investigación como polo de desarrollo. Entre las preguntas que respondí estuvieron las siguientes: ¿Cuál es el primer

paso para investigar? ¿En dónde buscar el «estado del arte», es decir lo puntero o lo último? ¿Cómo puedo obtener los fondos financieros necesarios para realizar mi investigación? ¿Qué diferencia hay entre publicar los resultados de la investigación en una conferencia científica o en una revista científica?

Meses después, con el fin de educar a la comunidad académica adventista en el quehacer investigativo, realicé dos presentaciones más acerca de investigación orientadas a las ciencias de la computación. La primer presentación fue en el 3er Congreso Internacional Adventista de Tecnología en el Centro Universitario Adventista de San Pablo (UNASP), Brasil. Titulé esta presentación «¿Cómo convertirte en un científico de la computación?» La segunda presentación, esta vez virtual, la dicté a estudiantes de ingeniería en sistemas computacionales de la UPeU, sede Tarapoto. Titulé esta presentación «¿Cómo perder el miedo a la investigación?» En estas dos presentaciones observé el mismo efecto que en la presentación que había tenido meses atrás en Juliaca: estudiantes y docentes con muchas preguntas acerca de como materializar sus ideas en investigaciones relevantes.

Estos casos no se dan únicamente en Sudamérica. En la Universidad de Montemorelos, por ejemplo, se ha promovido la generación de investigaciones por parte de docentes con el fin de afianzar su dimensión como docentes-investigadores. En medio de esta efervescencia hacia la investigación, en diferentes foros y conversaciones han surgido preguntas, muchas veces recurrentes, acerca de los pasos prácticos para llevar a cabo investigaciones de éxito.

Los patrones recurrentes en estos escenarios me abrieron el panorama hacia una realidad: los docentes y los estudiantes queremos investigar. Sin embargo, se desconoce mucho acerca de los pasos para llegar a hacerlo. Esto me llevó a ver la necesidad de escribir este libro. Un libro que funja como repositorio de conocimiento al cual los

docentes puedan acudir para obtener ideas pragmáticas acerca de su quehacer como investigadores. De esta forma, el conocimiento se abre para que pueda servirle a muchos.

Objetivo y organización del libro

En este libro presento en primera persona ideas prácticas que me han funcionado como investigador. Comparto estas ideas en forma de una guía concisa y práctica para que docentes en universidades adventistas en Latinoamérica entren en el mundo de la investigación sin mucho preámbulo. Este libro busca precisamente animar al lector a «lanzarse al agua», a concebir ideas, a desarrollar estas ideas y a contarle a otros los resultados.

Esta obra está organizada de la siguiente forma. En el Capítulo 1, presento el llamado divino a tener una cosmovisión como docentes-investigadores adventistas. En los siguientes capítulos describo los tres pasos clave en el proceso de investigación: generación de la idea inicial en el Capítulo 2, desarrollo de la investigación en el Capítulo 3 y difusión de los resultados de la investigación en el Capítulo 4. Finalmente, presento las conclusiones.

La Figura 1 muestra la organización de este libro dentro del marco de un proceso de investigación iterativo y creciente. El proceso de investigación es iterativo, pues en cada iteración de cada paso se pueden refinar los productos resultantes en las iteraciones previas. Asimismo, es posible regresar a pasos anteriores en cualquier momento con el fin de realizar refinamientos. Para evitar entrar en un punto de iteraciones interminables, el investigador debe marcar un hito o punto de corte, entregar los resultados y especificar el trabajo futuro por hacer en proyectos subsecuentes. Asimismo, el proceso es creciente, pues la investigación se va fortaleciendo paso a paso. Los pasos de generación de la idea inicial, el desarrollo de la investigación y la difusión

de los resultados de la investigación se enmarcan dentro de la cosmovisión del docente-investigador adventista.

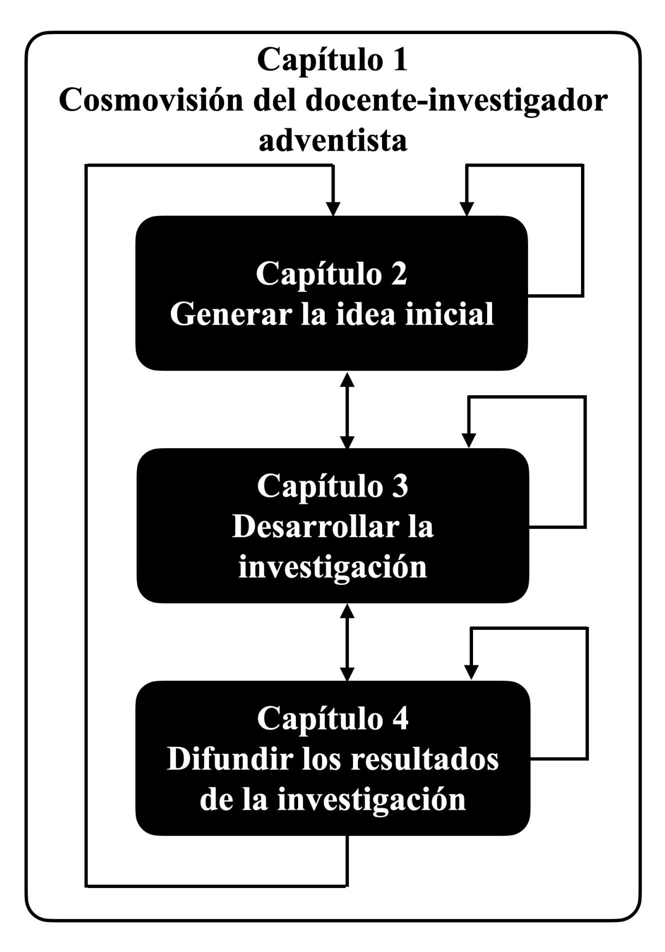


Figura 1. Proceso de investigación dentro de la organización del libro.

En cada capítulo describo ejemplos tomados de mis propias experiencias que me han dado resultado en el mundo de la investigación. Mi deseo es que estas vivencias sean de utilidad para el lector. Aunque los ejemplos vienen mayormente del mundo de las ciencias de la computación, el libro está escrito de tal forma que pueda ser aprovechado

fácilmente por lectores de otra áreas del conocimiento. Asimismo, al final de cada capítulo, presento una sección de preguntas y respuestas acerca de los temas presentados.

Audiencia del libro

Hace casi un siglo, Buckingham (1926) describió el valor de la investigación docente: «El maestro tiene oportunidades para la investigación que, si se aprovechan, no solo desarrollarán poderosa y rápidamente la técnica de enseñanza sino que también servirán para vitalizar y dignificar el trabajo de cada maestro» (p. iv). Cochran-Smith y Lytle (1990) definen la investigación docente como la «investigación sistemática e intencional realizada por los docentes» (p. 2). Los docentes-investigadores observan, contestan preguntas, aprenden y así se convierten en docentes más completos (Bissex, 1986).

En diferentes foros y conversaciones personales, conozco de primera mano que los docentes de diferentes universidades en el sistema educativo de la Iglesia Adventista del Séptimo Día tienen ganas de perfeccionar sus competencias de investigación. Asimismo, con el fin de apoyarlos en esta área, los Departamentos de Educación de la División Interamericana y de la División Sudamericana de la Iglesia han realizado esfuerzos importantes al organizar encuentros de docentes-investigadores adventistas en el quinquenio 2015-2020.

En medio de este contexto, este libro está dirigido a docentes de universidades adventistas en Latinoamérica que quieren sumergirse en el mundo de la investigación de forma práctica. De hecho, la investigación se aprende con la práctica, es decir, investigando (Patterson et al., 2002). En este sentido se aplican las palabras de Antonio Machado en su poema, «caminante, no hay camino, se hace camino al andar». Lo importante es empezar.

Este libro presenta una guía práctica introductoria y «al grano», para que el docente dirija a sus estudiantes en proyectos de investigación de alto impacto. El ideal es que cada docente sea a la vez un investigador. Es imposible desasociar estos dos roles. Por lo tanto, este libro sirve como herramienta para que la investigación sea un asunto de todos los que quieran pulirse en la docencia en universidades adventistas.

Germán H. Alférez, Ph.D.
Facultad de Ingeniería y Tecnología
Universidad de Montemorelos
México

El temor de Jehová es el principio de la sabiduría, y el conocimiento del Santísimo es la inteligencia.

Salomón

A menos que el conocimiento de la ciencia sea un peldaño para alcanzar los más elevados propósitos, carece de valor.

Elena G. de White

Capítulo 1

Cosmovisión del docente-investigador adventista

Considero la investigación como la herramienta más importante de testificación para que el mundo académico e industrial conozca el quehacer y el impacto de nuestras universidades adventistas. De hecho, creo que cada producto de investigación es un «altar» moderno, similar a los altares que el patriarca Abraham construía al llegar a un lugar. Estos altares modernos sirven para que el mundo sepa que hay un Dios en las universidades adventistas que nos guía en la realización de investigaciones que resuelven problemas relevantes.

Como adventistas del séptimo día, gozamos de un alto conocimiento en salud, educación y en otras áreas de interés general. Nuestra misión consiste en compartir este conocimiento con otros. En este contexto, pienso en tantos investigadores prominentes en universidades no adventistas y relaciono este pensamiento con lo dicho por el Apóstol Pablo: «¿Cómo, pues, invocarán a aquel en el cual no han creído? ¿Y cómo creerán en aquel de quien no han oído?

¿Y cómo oirán sin haber quien les predique?» (Romanos 10:14). Definitivamente, el mejor camino para llegar con el evangelio a los investigadores que se mueven en las altas esferas científicas justamente consiste en producir investigaciones de alta calidad para entrar en esas esferas.

Por ejemplo, en 2012 presenté los resultados de una investigación que realicé en una conferencia científica en Innsbruck, Austria. A la hora de la comida me senté a la mesa con una doctoranda en computación de fe musulmana. Durante nuestra conversación hablamos abiertamente acerca de nuestras religiones. Ella desconocía muchas cosas acerca del cristianismo que en nuestra conversación le pude compartir. Después de esta primera conversación, pudimos hablar un par de ocasiones más durante el evento acerca de religión. ¡Esa fue una magnífica oportunidad para testificar! Y me pregunto, ¿qué hubiera ocurrido si no hubiera tenido la oportunidad de presentar mi investigación en ese evento?

De hecho, una tendencia que he observado es que los investigadores escuchan con atención y guardan respeto hacia otros investigadores que tienen ideas profundas y resultados científicos avanzados, independientemente de su credo. ¡El estar a su nivel facilitará el poder compartir con ellos las buenas nuevas de salvación!

1.1. Un llamado divino al estudio de la ciencia

En el relato de Daniel y sus amigos en Babilonia, la Biblia deja claro que Dios es la fuente de la sabiduría y de la inteligencia: «A estos cuatro muchachos Dios les dio conocimiento e inteligencia en todas las letras y ciencias; y Daniel tuvo entendimiento en toda visión y sueños» (Daniel 1:17). Más adelante en el texto, Daniel declara que Dios

«da la sabiduría a los sabios, y la ciencia a los entendidos» (Daniel 2:21).

Hoy en día esa sabiduría también está disponible para nosotros: «La sabiduría clama en las calles, alza su voz en las plazas; clama en los principales lugares de reunión; en las entradas de las puertas de la ciudad dice sus razones» (Proverbios 1:20, 21). Como docentes nos basta acudir a Dios para que él nos muestre cosas grandes y gocemos del don maravilloso de hacer ciencia: «Así ha dicho Jehová, que hizo la tierra, Jehová que la formó para afirmarla; Jehová es su nombre: clama a mí, y yo te responderé, y te enseñaré cosas grandes y ocultas que tú no conoces» (Jeremías 33:2, 3).

En varias declaraciones, el rey Salomón, uno de los más grandes pensadores de la historia, nos insta a obtener sabiduría e inteligencia, por ejemplo: «Bienaventurado el hombre que halla la sabiduría, y que obtiene la inteligencia» (Proverbios 3:13); «El corazón del entendido adquiere sabiduría; y el oído de los sabios busca la ciencia» (Proverbios 18:15); y «Buena es la ciencia con herencia, y provechosa para los que ven el sol. Porque escudo es la ciencia, y escudo es el dinero; mas la sabiduría excede, en que da vida a sus poseedores» (Eclesiastés 7:11, 12).

Asimismo, Elena G. de White (1971) invita a que como docentes ahondemos en el estudio de la ciencia:

> Aunque los principios y hábitos correctos son de la primera importancia entre las cualidades del maestro, es indispensable que él tenga conocimiento cabal de las ciencias. Las altas adquisiciones del saber deben combinarse con la integridad de carácter.
>
> Si sois llamados a ser maestros, sois llamados también a aprender. Si asumís la sagrada responsabilidad de enseñar a otros, asumís también el deber de dominar todo asunto que

queréis enseñar. No os conforméis con pensamientos embotados, una mente indolente, o una memoria floja. Es cosa noble enseñar; es cosa bienaventurada el aprender. El verdadero conocimiento es una posesión preciosa, y cuanto más tenga de él el maestro, tanto mejor será su trabajo. (p. 190)

Dios es el autor de la ciencia. La investigación científica abre ante la mente vastos campos de pensamiento e información, capacitándonos para ver a Dios en sus obras creadas. (p. 411)

Aunque los maestros necesitan piedad, necesitan también conocimiento cabal de las ciencias. (p. 490).

1.2. Cualidades de un investigador

A continuación enumero algunas cualidades indispensables para tener éxito en el camino de la investigación (Ling y Yang, 2012):

- *Pasión, enfoque, entusiasmo e intereses en la investigación:* Los investigadores deben estar muy interesados y apasionados por su investigación para que puedan mantenerse enfocados y estudiar los problemas de investigación a profundidad durante semanas, meses o incluso años.

- *Curiosidad y creatividad:* Los investigadores deben ser altamente curiosos y creativos. A menudo hacen muchas preguntas, tanto en la investigación como en la vida cotidiana, y tienen pensamientos fuera de lo establecido para obtener nuevas ideas y soluciones que la mayoría de las personas no han pensado.

- *Pensamiento crítico e independiente:* Los investigadores

no solo deben seguir el conocimiento convencional y las opiniones establecidas. Deben pensar en forma independiente y hacer preguntas críticas. Por ejemplo, ¿qué está mal? o ¿cómo puedo mejorarlo?

- *Tomar riesgos:* A menudo, las nuevas ideas no funcionan, o han sido ya exploradas y publicadas por otros. Los investigadores deben estar dispuestos a asumir riesgos en el estudio.

- *Alta integridad científica:* Los investigadores deben estar dispuestos a asumir riesgos y a fracasar, y deben ser honestos y transparentes sobre el fracaso. También deben ser sinceros al informar el resultado de su investigación.

  Para el docente adventista, los estándares morales mediante los cuales se realiza todo trabajo de investigación deben seguir las pautas que da el apóstol Pablo: «Por lo demás, hermanos, todo lo que es verdadero, todo lo honesto, todo lo justo, todo lo puro, todo lo amable, todo lo que es de buen nombre; si hay virtud alguna, si algo digno de alabanza, en esto pensad» (Filipenses 4:8).

- *Aprendizaje rápido y fuertes habilidades analíticas y de resolución de problemas:* Los investigadores deben aprender rápidamente para obtener nuevos conocimientos y las técnicas necesarias para investigar. Deben tener buenas habilidades analíticas y de resolución de problemas para analizar, implementar y probar sus ideas nuevas.

- *Diligencia:* Los investigadores deben mantenerse enfocados, pensar profundamente y estudiar los nuevos problemas de investigación con gran profundidad. Pueden pasar meses o incluso años tratando de hacer un gran avance en su investigación.

- *Buena capacidad de comunicación:* A medida que los investigadores difunden sus resultados por medio de manuscritos o artículos, es extremadamente importante que aprendan a escribir bien. Deben ser buenos narradores de historias. Es decir, deben conocer a su audiencia (o sea, a sus lectores) y convencer a otros para que crean rápidamente en su historia, al aceptar los documentos que describen sus resultados. También deben poder presentar sus ideas de manera clara y convincente en cursos y conferencias.

No solo esas virtudes son necesarias; se pueden complementar con otras. Por ejemplo, uno debe preguntarse si se puede ser investigador comparando su personalidad con las habilidades presentadas. Además, muchas de las habilidades se pueden aprender, perfeccionar y compensar con otras más fuertes. Por ejemplo, si no se es fuerte en la teoría matemática, se puede elegir una investigación más aplicada o experimental.

Por otra parte, el lograr resultados científicos debe llevarte a guiar a otros docentes y a estudiantes en el camino de la investigación. De hecho, para un docente adventista no hay lugar para el egoísmo ni la envidia académica: «¿Quién es sabio y entendido entre vosotros? Muestre por la buena conducta sus obras en sabia mansedumbre» (Santiago 3:13). El apoyo a estudiantes en investigación es principalmente relevante cuando cada vez menos estudiantes se plantean querer ser científicos. Más aún, aunque hay estudiantes y docentes a quienes les gustaría investigar, es probable que pocos sepan lo que implica hacerlo.

También, como docentes-investigadores adventistas debemos reconocer que nuestro fin último consiste en conocer a Dios y en vivir un cristianismo auténtico: «Así dijo Jehová: No se alabe el sabio en su sabiduría, ni en su valentía se alabe el valiente, ni el rico se alabe en sus riquezas. Mas alábese en esto el que se hubiere de alabar: en entenderme

y conocerme, que yo soy Jehová, que hago misericordia, juicio y justicia en la tierra; porque estas cosas quiero, dice Jehová» (Jeremías 9:23, 24). Con respecto a este punto, Elena G. de White (1971) menciona: «Maestros, sea vuestra jactancia en Dios, no en la ciencia, no en los idiomas extranjeros ni en ninguna otra cosa que sea meramente humana. Sea vuestra más alta ambición el practicar el cristianismo en vuestra vida» (p. 219).

Asimismo, como docentes hemos de ser humildes al reconocer que, aunque tenemos un vasto campo de investigación, el conocimiento de lo divino es tan alto y maravilloso que no lo podemos entender (Salmo 139:6). También, es importante contar con la humildad de recibir con gusto los consejos por parte de otros investigadores (evaluación por pares). De hecho, el buen investigador reconoce la importancia de recibir observaciones sobre aspectos potencialmente débiles o mal planteados. Como investigadores cristianos nuestro compromiso con una actitud abierta a sugerencias y observaciones debe ser mayor. Debe caracterizarnos la humildad suficiente para aceptar los consejos de profesionales con mayor experiencia, que tienen una percepción más aguda o quienes poseen habilidades complementarias a las nuestras. Al hacer caso a sus comentarios estaremos en capacidad de mejorar nuestro trabajo. Por el contrario, el contar únicamente con nuestro punto de vista, haciendo caso omiso a las correcciones, hará que pasemos por alto aspectos clave en la calidad de la investigación. En este punto, el rey Salomón dice en tres textos similares: «El que ama la instrucción ama la sabiduría; mas el que aborrece la reprensión es ignorante» (Proverbios 12:1). «Hiere al escarnecedor, y el simple se hará avisado; y corrigiendo al entendido, entenderá ciencia» (Proverbios 19:25). «Cuando el escarnecedor es castigado, el simple se hace sabio; y cuando se le amonesta al sabio, aprende ciencia» (Proverbios 21:11).

1.3. Respuestas a preguntas relacionadas con la investigación

A continuación, incluyo respuestas a algunas preguntas relacionadas con la investigación en general:

- *¿Cómo se define la investigación?* La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema (Hernández Sampieri et al., 2014). En ciencia, el énfasis se pone en descubrir nuevas teorías, paradigmas, aproximaciones, algoritmos, simulaciones, experimentos, etc. En ingeniería, mi área de conocimiento, el énfasis se pone en resolver problemas del mundo real con nuevas tecnologías, diseños, procesos, métodos, modelos, pruebas, etc. En todo caso, los ingredientes clave de la investigación son la *novedad* y que esta sea *significativa*.

  Con respecto a la *novedad*, la investigación está relacionada con algo nuevo, original, creativo, poco convencional, innovador, que no se conoce previamente. En investigación eso significa que no se ha publicado previamente en revistas científicas, actas de conferencias, libros, informes técnicos u otras herramientas de documentación accesibles.

  Por otra parte, una investigación *significativa* es una investigación con un alto impacto, que es útil, seminal, etc. Una investigación significativa proporcionará beneficio directa o indirectamente para resolver los problemas de muchas personas. La investigación es significativa cuando genera una comprensión más actualizada de un fenómeno particular. Esto es, cuáles son las variables principales del fenómeno, cuáles son las posibles relaciones entre ellas y cuál es su comportamiento con el paso del tiempo, entre otros

aspectos.

Se reconoce ampliamente lo que se llama *ciencia básica*. Una característica sobresaliente en este tipo de investigación es que los hallazgos obtenidos no generan un beneficio directo ni inmediato para las personas. Por otro lado, cuando los hallazgos de una investigación prometen una resolución pronta a un problema humano, de cualquier tipo, se dice que esto es *ciencia aplicada*. En las disciplinas tecnológicas es muy frecuente la utilización de la ciencia aplicada.

- *¿Cómo se puede juzgar la novedad de la investigación o que esta sea significativa?* El trabajo no será novedoso si existen trabajos muy parecidos que han sido publicados previamente. Aun si el trabajo presenta una pequeña derivación sin una contribución o mejora significativa con respecto a trabajos previos, entonces este no se puede considerar como novedoso.

- *¿Cómo se puede juzgar el alcance de una investigación?* El alcance de una investigación es más difícil de juzgar. Un trabajo de investigación es significativo si proporciona los fundamentos de trabajos/tesis futuras, si descubre nuevos paradigmas o métodos que pueden resolver nuevos problemas, o si mejora considerablemente métodos existentes.

  Si un trabajo es significativo se puede juzgar con el paso del tiempo. Por ejemplo, en conferencias científicas existe el premio por el trabajo más significativo en los últimos 10 años. Por otra parte, una medida informal del alcance de una investigación es su impacto. ¿Cuántos investigadores nos citan o se basan en nuestro trabajo para construir sus propuestas? En todo caso, no es fácil medir la relevancia de una investigación a corto plazo.

- *¿Qué enfoques tiene la investigación?* Existen dos aproximaciones principales de la investigación: el *enfoque cuantitativo* y el *enfoque cualitativo*.

  De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), el enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no se puede brincar o evitar pasos. El orden es riguroso. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables, se traza un plan para probarlas, se miden las variables en un determinado contexto, se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos y se extraen conclusiones respecto de la(s) hipótesis. En el enfoque cuantitativo se utilizan unidades de medida. Con estas unidades de medida se realizan procedimientos estadístico matemáticos complejos que permiten obtener generalizaciones valiosas como tipo y grado de relación entre variables, aceptación o no aceptación de hipótesis y estadística descriptiva. El método cuantitativo ha sido el más usado por ciencias como la física, la química y la biología (ciencias exactas o naturales).

  Por otra parte, en el enfoque cualitativo, en lugar de que las preguntas de investigación e hipótesis precedan a la recolección y el análisis de los datos, se desarrollan preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos (Hernández Sampieri et al., 2014). En el enfoque cualitativo hay una tendencia a no utilizar unidades de medida. En este caso se puede hablar de unidades observacionales que no pueden ser reducidas o representadas con valores numéricos. El enfoque cualitativo se ha empleado en disciplinas humanísticas

como la antropología, la sociología, la psicología social, entre otras.

- *¿Cuál de los dos enfoques de investigación, el cuantitativo vs. el cualitativo, es el mejor?* Al proceso cuantitativo se le solía equiparar con el método científico. Hoy, tanto el proceso cuantitativo como el cualitativo son considerados formas de hacer ciencia y producir conocimiento (Hernández Sampieri et al., 2014). Estos dos enfoques no son rivales sino alternativos; incluso pueden ser complementarios. Por ejemplo, el diagnóstico clínico de un médico se fundamenta tanto en análisis de laboratorio (cuantitativo) como en la entrevista (cualitativa), así como en la revisión del expediente que contiene datos cuantitativos y anotaciones cualitativas.

- *¿Enseñar o investigar?* Por un lado, en algunas ocasiones he escuchado a docentes que mencionan que en su rol no encuentran necesario investigar. Ven a la investigación como un asunto de pocos que saben cómo hacerlo. Por otro lado, hay docentes que gustan poco de la enseñanza en clase y que quisieran estar todo el tiempo investigando.

  Ninguno de estos extremos es sano. Creo firmemente que todo docente en nuestras universidades adventistas debe ser a la vez un investigador; un docente-investigador. A su vez, quien ama la investigación debe llegar a ser un mentor que guíe a sus discípulos a realizar investigaciones consigo. Parafraseando Eclesiastés 12:9, cuánto más sabio es un docente, tanto más enseña sabiduría a sus estudiantes; hace escuchar, hace escudriñar y realiza muchas investigaciones.

  El ideal es que los docentes se conviertan en «docentes-investigadores», tal como lo define el *Compromiso Educativo* de la Universidad de Montemorelos (2019):

> El docente investigador es un experto en su disciplina y mantiene un espíritu inquisitivo, intelectualmente inquieto para continuar aprendiendo y transfiriendo el conocimiento para la resolución de problemas. Hace aportes al conocimiento, ya sea para la generación del conocimiento básico de su disciplina o para la aplicación de este conocimiento de forma innovadora. Tiene un espíritu generoso para compartir lo que sabe. Trabaja de modo colaborativo e interdisciplinario de modo que potencia sus aportes con el diálogo erudito con colegas, utilizando las herramientas tecnológicas. (p. 56)

- *¿Qué hacen los investigadores?* Ling y Yang (2012) describen 11 tareas que los investigadores realizan típicamente en sus trabajo diario:

    1. Explorar y generar nuevas ideas. Para asegurarse de que la idea es nueva, los investigadores deben conocer muy bien el estado del arte en su tema, realizando una amplia búsqueda de los antecedentes en su área en la literatura actual. Esto es lo que se conoce como revisión sistemática de la literatura.
    2. Validar e implementar las ideas nuevas para comprobar si funcionan y hacer que funcionen bien.
    3. Plasmar los resultados de la investigación (tareas 1 y 2) en ponencias presentadas en conferencias, en artículos sometidos a revistas científicas o en escritos publicados en libros u otros formatos.
    4. Revisar artículos y trabajos de otros investigadores para comprobar si son suficientemente

novedosos y significativos para ser publicados (en conferencias, revistas, etc.). Aquí se juega el papel de revisor.

5. Organizar y gestionar conferencias y revistas científicas. Estas tareas consumen mucho tiempo y se suelen realizar de forma voluntaria y gratuita. La única compensación es a largo plazo, porque ayudan a incrementar la visibilidad profesional y académica del investigador.
6. Asistir a conferencias académicas para conocer los resultados de investigación más recientes e intercambiar ideas y conocimiento con otros investigadores. Las conferencias sirven para crear redes con otros investigadores de la misma área. Asimismo, los investigadores de prestigio son invitados a dictar presentaciones.
7. Solicitar ayudas financieras al gobierno u otras organizaciones para poder realizar la investigación. La solicitud de ayudas suele ser muy competitiva: hay muchas solicitudes y poco dinero.
8. Supervisar/dirigir a estudiantes: doctorandos, tesistas de maestría y estudiantes en su trabajo de fin de grado.
9. Dar clases universitarias.
10. Realizar trabajo administrativo en las organizaciones en las que trabaja el investigador. En la universidad eso incluye la pertenencia a comités de la facultad, escribir cartas/informes de estudiantes, etc.
11. Comercializar los resultados de investigación. Muchas veces algunos resultados de investigación pueden ser aplicables al mundo real y pueden llegar a comercializarse. En estos casos se

suele buscar proteger los resultados con patentes y registros.

Pero aunque el conocimiento de la ciencia es poder, el que Jesús vino en persona a impartir es un poder aun mayor. La ciencia de la salvación es la ciencia más importante que se ha de aprender en la escuela preparatoria de la tierra.

Elena G. de White

Capítulo 2

Generar la idea inicial

El momento más difícil y crucial en cualquier proyecto de investigación es la generación de la idea que servirá como semilla para su realización. Una idea de investigación puede surgir en una conversación, al leer un artículo científico, al observar un fenómeno, etc.

Las ideas aun pueden surgir en los lugares o situaciones más inverosímiles. Por ejemplo, un día, mientras viajaba en el metro, vino a mi mente una de las ideas que más repercutió en mi tesis doctoral y en publicaciones relacionadas con la tesis. Otro día, me encontraba realizando algunos quehaceres del hogar mientras escuchaba una presentación relacionada con datos masivos (*big data*) de investigadores de la Universidad de Harvard. De un momento a otro, el Espíritu Santo hizo «clic» en mi mente y surgió la idea inicial para una publicación en *Adventist Review* (Alférez, 2015). ¡Estas ideas surgieron sin estar enfrente de la computadora o en horas de trabajo!

Hay diversos motores que pueden impulsar ideas, tales como la inspiración, la oportunidad o la necesidad de crear nuevo conocimiento en algún área o de resolver una problemática. Aunque podemos realizar una investigación para resolver cualquier problema dentro de un campo de

conocimiento, hay problemas interesantes y otros que no lo son tanto. Si el problema es poco interesante, o ya ha sido resuelto por otros, llevará a un resultado de bajo impacto y generará poco interés en la comunidad. En este aspecto, mi asesor de tesis doctoral, el Dr. Vicente Pelechano, solía decirme que lo más importante en cualquier investigación es encontrar la «idea feliz»; en otras palabras, la contribución. Esta idea feliz deberá ser lo suficientemente sólida para engranar y sostener el resto de la investigación.

2.1. Criterios para generar ideas

El primer criterio en la generación de una buena idea de investigación, y sin lugar a dudas el más importante, es que esta debe surgir de un problema relevante. Cuando un proyecto sirve para resolver un problema de valor, todos los involucrados en la investigación disfrutan del proceso al encontrar que su trabajo tiene sentido hacia un fin concreto.

Por ejemplo, en el año 2020 vi la situación causada por el COVID-19 como una oportunidad para generar ideas interesantes de investigación a desarrollar en dos de mis cursos en la Universidad de Montemorelos. En lugar de forzar el seguimiento del plan de estudio de estos cursos, con proyectos que ya había definido antes de la pandemia, que nada tenían que ver con el COVID-19, decidí virar el timón hacia proyectos de investigación en los cuales mis estudiantes aplicaran el conocimiento adquirido en la solución de problemas relacionados con esta enfermedad infecciosa.

En primer lugar, con mis estudiantes de mi curso de Redes Neuronales Artificiales trabajamos en equipos pequeños en la creación y evaluación de diversas topologías (o estructuras) de redes neuronales profundas para la detección de COVID-19 y de neumonía en radiografías. Uno de estos equipos utilizó en los experimentos 178 radiografías

de pecho con diagnóstico de COVID-19, 178 radiografías de pecho con diagnóstico de neumonía y 178 radiografías de pecho de pacientes sanos. Las imágenes de radiografías abiertas (libres para su uso) de pacientes con COVID-19 y de neumonía fueron tomadas de GitHub (Cohen et al., 2020). Las imágenes de radiografías de pacientes sanos fueron tomadas de diversos repositorios de Kaggle[1].

La topología resultante en este equipo obtuvo una alta exactitud de 97% en el reconocimiento de radiografías con COVID-19, neumonía y de pacientes sanos. En otras palabras, el modelo de clasificación devuelve la clasificación correcta en 97 imágenes de 100. Mediante esta aproximación de clasificación automática se espera que el personal médico pueda validar sus diagnósticos. Asimismo, este tipo de aproximaciones sirve para que el médico pueda dedicarle más tiempo al paciente, no a la computadora.

Por otra parte, en el curso de Procesamiento de Lenguaje Natural, mis estudiantes utilizaron técnicas avanzadas de procesamiento de lenguaje natural para descubrir patrones interesantes relacionados con el COVID-19. Específicamente, en los experimentos se utilizó el conjunto de datos abiertos CORD-19 (COVID-19 *Open Research Dataset*) provisto por el equipo *Semantic Scholar* del *Allen Institute for AI* (Allen Institute for AI, s.f.). Este repositorio de datos contiene más de 130,000 artículos científicos acerca del coronavirus para ser utilizados por la comunidad de investigadores a nivel mundial.

En los experimentos iniciales se encontraron patrones relacionados con la prevención del COVID-19, los autores más influyentes en esta área, las universidades y países con más publicaciones acerca del tema, patrones relacionados con el periodo de incubación, factores de riesgo, síntomas y análisis de grupos vulnerables. Gracias al procesamiento de lenguaje natural fue posible encontrar patrones en miles de

[1]https://www.kaggle.com

artículos científicos en cuestión de milésimas de segundo. El hacerlo manualmente o con técnicas computacionales tradicionales tomaría días o semanas.

Un segundo criterio de generación de ideas consiste en que estas deben estar conectadas con la originalidad y la curiosidad. En palabras de Adam Grant (2016),

> el sello distintivo de la originalidad es rechazar el valor predeterminado y explorar si existe una mejor opción. He pasado más de una década estudiando esto, y resulta ser mucho menos difícil de lo que esperaba. El punto de partida es la curiosidad: reflexionar sobre por qué existe el valor predeterminado en primer lugar. Nos vemos obligados a cuestionar los valores predeterminados cuando experimentamos vuja de, lo contrario de déjà vu. El déjà vu ocurre cuando encontramos algo nuevo, pero se siente como si lo hubiéramos visto antes. Vuja de es lo contrario: nos enfrentamos a algo familiar, pero lo vemos con una nueva perspectiva que nos permite obtener nuevos conocimientos sobre viejos problemas. (p. 7)

Finalmente, comparto algunos criterios adicionales de Hernández Sampieri et al. (2014) para la generación de ideas de investigación:

- Las buenas ideas intrigan y estimulan. Es por esto que, al elegir una idea, esta debe resultar atractiva.

- Las buenas ideas de investigación no son necesariamente nuevas, pero sí novedosas. Se pueden actualizar estudios previos, adaptar los planteamientos derivados de investigaciones efectuadas en contextos diferentes o conducir ciertos planteamientos a través de nuevos caminos.

- Las buenas ideas de investigación pueden servir para elaborar teorías y solucionar problemáticas. Es por esto que creo que como docentes adventistas debemos fungir como «radares», siempre atentos a descubrir oportunidades que sirvan para detectar problemas a solucionar.

- Las buenas ideas fomentan nuevas interrogantes y cuestionamientos. Una investigación no termina con la escritura del documento de proyecto de fin de carrera de pregrado, la tesina de maestría o la tesis de doctorado. Siempre hay espacio para desarrollar nuevas ideas en el futuro con base en los resultados encontrados. Esto es lo que se conoce como «trabajo futuro». En la Sección 4.5 presento más detalles acerca del trabajo futuro.

2.2. Líneas de investigación

A nivel académico, es importante definir líneas de investigación que sirvan para guiar y organizar las ideas que surjan. La línea de investigación marca el campo de conocimiento o el contexto sobre el cual se desarrollan diversos proyectos. Tal como se muestra en la Figura 2.1, se puede pensar en la línea de investigación como un tronco del que se desprenden varios proyectos que fungen como ramas. En caso de no existir una línea de investigación en el área de interés del investigador, esta se puede construir teniendo en cuenta que no se desarrollará solamente un único proyecto en esta línea sino que lo harán varios proyectos, preferiblemente conectados entre ellos.

Por ejemplo, la Tabla 2.1 presenta el ejemplo de una línea de investigación que propuse en la Universidad de Montemorelos. En esta línea se han desarrollado varios proyectos de investigación cuyos resultados han servido

para generar publicaciones científicas.

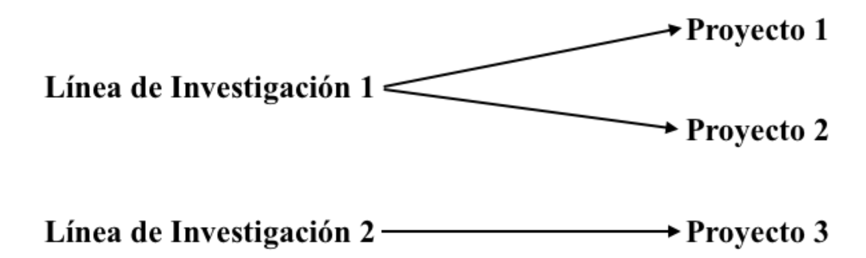


Figura 2.1. Ejemplo de líneas de investigación con sus proyectos resultantes.

Ya dentro del contexto de una línea de investigación, el investigador podrá proponer proyectos para resolver problemas dentro de esta línea. Para lograrlo, el investigador puede acudir a su experiencia o a la lectura de literatura científica para saber hacia dónde va marchando la ciencia en la línea de interés. En este sentido, sería bueno optar por el desarrollo de proyectos dentro del contexto de la misión de la iglesia con el fin último de resolver las necesidades de la gente. Por ejemplo, hace unos años atrás dirigí la tesina de Merari González titulada "Desarrollo de software para la aplicación de ciencia de datos en la Ventana 10/40. Caso de estudio: análisis de datos en la Unión de Medio Oriente y Norte de África" (González Hernández, 2018). En este proyecto, realizado dentro de la línea de investigación de Ciencia de Datos (ver la Tabla 2.1), aplicamos aprendizaje automático y datos abiertos tomados de diversas cadenas de noticias para detectar las necesidades de la población en Iraq (por ejemplo, en relación con actos de violencia). Con esto no quiero decir que investigaciones que no estén directamente relacionadas con la misión de la iglesia no se desarrollen en nuestras instituciones. Por ejemplo, con mis estudiantes hemos estado trabajando en proyectos relacionados con carros autónomos (Sylnice y Alférez, 2019). Estos proyectos son importantes pero están lejos de

Título de la línea	Ciencia de Datos
Dependencias e instancias a la cual está adscrita	Instituto de Ciencia de Datos, Facultad de Ingeniería y Tecnología
Descripción	La ciencia de datos es un campo multidisciplinario para la extracción de conocimientos de los datos en diversos formatos, tanto estructurados como no estructurados.
Transferencia de resultados	1) Apoyar a la Universidad de Montemorelos y a otras instituciones de la Iglesia Adventista del Séptimo Día a descubrir patrones mediante ciencia de datos que lleven a la toma de decisiones estratégicas; y 2) educar en ciencia de datos a los estudiantes de ingeniería de la Universidad de Montemorelos y a administradores y tecnólogos de la Iglesia Adventista del Séptimo Día.

Tabla 2.1. Ejemplo de definición de línea de investigación.

la misión de la iglesia. Lo que creo que debe existir es una fuerte intención hacia la realización de un mayor número de investigaciones relacionadas con nuestra misión.

Por otra parte, con el fin de compartir las líneas de investigación tanto con los estudiantes como con los colegas que puedan estar interesados a unirse a ellas, las universidades adventistas pueden contar con un portal con la lista de los proyectos de investigación dentro de sus respectivas líneas. Esta lista puede organizarse por facultad y por docente. Por ejemplo, la Figura 2.2 muestra la lista de proyectos de investigación de la *Primary Care Unit* de la Universidad de Cambridge (s.f.). Asimismo, se pueden utilizar reuniones de facultad y jornadas de investigación para compartir estos proyectos (ver la Sección 4.8 para detalles acerca de la difusión de resultados).

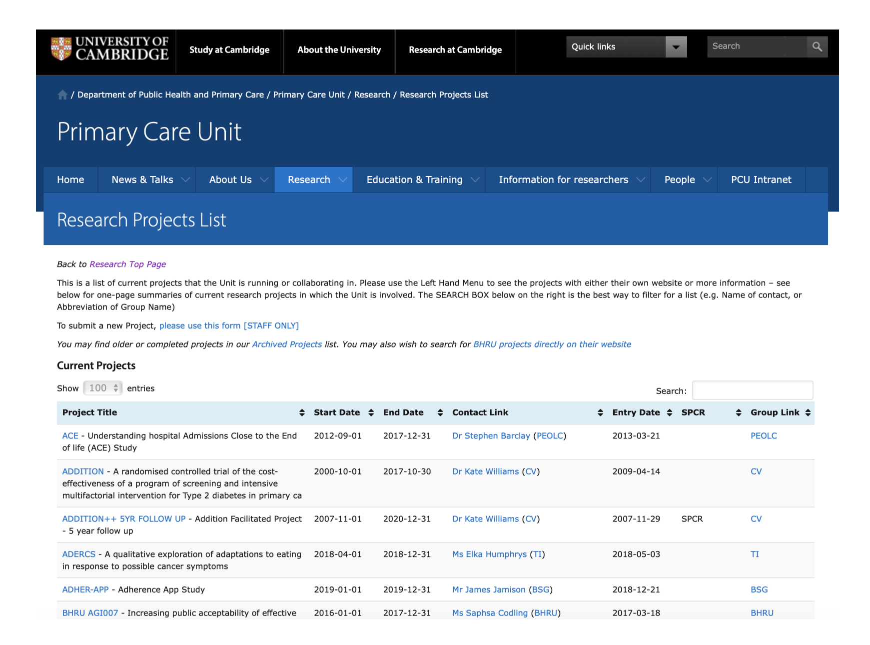


Figura 2.2. Lista de proyectos de la *Primary Care Unit* de la Universidad de Cambridge (s.f.).

2.3. Propuesta de investigación

La propuesta de investigación es un documento que sirve para organizar y justificar las ideas subyacentes de una investigación en un tema determinado. Dicha propuesta describe el proceso completo de la investigación y puede ser utilizada para solicitar patrocinio de la investigación que se desea realizar o la aprobación para realizar ciertos experimentos, o como un requisito antes de comenzar una disertación académica.

La escritura de una propuesta de investigación toma tiempo y esfuerzo. Por lo tanto, es importante que antes de escribirla se tenga la convicción de que el problema a resolver es interesante comparado con los antecedentes científicos encontrados en la revisión de la literatura. Además, es importante contar con la pasión para trabajar en un proyecto de investigación que resuelva dicho problema. Es por esto que recomiendo que antes de escribir la propuesta de investigación se dedique un buen tiempo para pensar en ideas de interés. Si las ideas son interesantes, la escritura de la propuesta de investigación será llevadera y atractiva.

Una propuesta de investigación se evalúa por parte del patrocinador (la universidad o un tercero) sobre el costo, sobre el impacto potencial de la investigación y sobre la solidez del plan propuesto para llevarla a cabo. Una propuesta de investigación sirve para convencer a otros de que el proyecto de investigación a realizar es de valor. Las propuestas de investigación generalmente abordan varios puntos críticos, incluyendo los siguientes:

- *Título:* Este debe ser conciso y descriptivo. A menudo, los títulos se expresan en términos de una relación funcional, pues estos indican claramente las variables independientes y dependientes. Un título llamativo es clave pues predispone favorablemente al lector hacia la propuesta.

- *Resumen:* Este es un breve resumen de aproximadamente 300 palabras. Debe incluir la pregunta de investigación, la justificación del estudio, la hipótesis, la metodología y los resultados principales que se espera obtener.

- *Introducción:* La introducción proporciona el contexto necesario del problema de investigación. La introducción generalmente comienza con una declaración general del área del problema, con un enfoque en un problema de investigación específico, a lo que seguirá la justificación del estudio propuesto.

- *Problema de investigación:* Plantear el problema consiste en afinar y estructurar formalmente la idea de investigación (Hernández Sampieri et al., 2014). A mayor exactitud en la definición del problema, más posibilidades de obtener una solución satisfactoria (Ackoff, 1967).

- *Objetivos de la investigación:* Los objetivos establecen qué se busca con la investigación. Estos deben ser claros, específicos, medibles y realistas. Los objetivos guían el estudio y se deben tener presente durante todo su desarrollo (Hernández Sampieri et al., 2014).

  Jim Gray (1999), científico de la computación ya fallecido y recipiente del Premio Turing en 1998, comparte los siguientes criterios para formular objetivos:

  - *Comprensible:* El objetivo debería ser simple de establecer. Una oración, o como máximo un párrafo, debería ser suficiente para explicar el objetivo. Tener una declaración clara ayuda a reclutar colegas y a obtener apoyo.
  - *Desafiante:* No debería ser obvio cómo lograr el objetivo. De hecho, a menudo el objetivo ha existido durante mucho tiempo.

- *Útil:* Si se logra el objetivo, la solución resultante debería ser claramente útil para muchas personas.
- *Verificable:* Las soluciones del objetivo deben tener una prueba simple para que uno pueda medir el progreso y saber cuando se logra la meta.
- *Creciente:* Es muy deseable que el objetivo tenga hitos intermedios para que el progreso se pueda medir en el camino. Estos pequeños pasos son los que mantienen en marcha a los investigadores.

- *Preguntas de investigación:* Es conveniente plantear, por medio de una o varias preguntas, el problema que se estudiará con el fin de presentarlo de manera directa (Christensen, 2006). Con frecuencia, las preguntas de investigación se plantean en términos de ¿qué?, ¿por qué? y ¿cómo? Cuanto más precisas son las preguntas, más fácilmente se responden (Hernández Sampieri et al., 2014).

- *Justificación:* El estudio se justifica mediante la exposición de sus razones; el para qué del estudio o por qué debe efectuarse. La mayoría de las investigaciones se ejecutan con un propósito definido. Ese propósito debe ser lo suficientemente significativo para que se justifique su realización. Además, en muchos casos se tiene que explicar por qué es conveniente llevar a cabo la investigación y cuales son los beneficios que se derivarán de ella (Hernández Sampieri et al., 2014).

  La justificación de la investigación es el aspecto más delicado en la redacción de la propuesta. Para tal fin, en primer lugar es recomendable ubicar la pregunta de investigación en el contexto de un tema de actualidad o de un área que siga siendo viable. En

segundo lugar, es importante proporcionar un contexto histórico breve pero apropiado. En tercer lugar, es aconsejable brindar el contexto contemporáneo en el que la pregunta de investigación propuesta ocupa el escenario central. Finalmente, es recomendable identificar los autores principales en el área y consultar sus publicaciones más representativas.

- *Revisión de la literatura (o revisión de los antecedentes):* La revisión de la literatura es importante pues esta asegura que no se está «re-inventando la rueda». Quizás otros investigadores ya han solucionado la pregunta que buscamos responder. Por lo tanto, es importante dedicar un buen tiempo a la revisión de la literatura para tener una visión general de lo que ya se ha hecho en el dominio de investigación. Asimismo, una buena revisión de la literatura sirve para convencer al lector de que la investigación propuesta hará una contribución significativa y sustancial a la literatura.

  La literatura relacionada con la investigación se puede buscar en *Google Scholar*[2], *Microsoft's Academic Search*[3], EBSCO[4] o la *Digital Bibliography & Library Project* (DBLP)[5]. Asimismo, se puede buscar en las bibliotecas digitales reconocidas en el área. Por ejemplo, en ciencias de la computación se cuenta con las bibliotecas digitales de la *Association for Computing Machinery* (ACM)[6], el *Institute of Electrical and Elec-*

---
[2]https://scholar.google.com
[3]https://academic.microsoft.com/home
[4]https://www.ebsco.com
[5]https://dblp.uni-trier.de
[6]https://dl.acm.org

tronics Engineers (IEEE)[7], Springer[8] y Elsevier[9]. En caso de no estar suscrito a este tipo de bibliotecas, se puede hacer utilización de préstamos interbibliotecarios para obtener los artículos buscados. Asimismo, recomiendo evitar referencias a *blogs* o sitios web de dudosa procedencia en la sección de estado del arte. Aun aconsejo evitar artículos de conferencias científicas o de revistas científicas de editoriales no reconocidas o depredadoras (ver la Sección 4.3).

La sección de revisión de literatura utiliza subtítulos para poner orden y coherencia. Asimismo, esta sección no consta simplemente en listar un resumen de cada trabajo relacionado. Es necesario presentar una discusión acerca de estos trabajos. Esta discusión debe responder a preguntas tales como: ¿Qué le hace falta al trabajo en cuestión? ¿Cómo se puede mejorar el trabajo en cuestión? En todo caso, la discusión siempre debe tener un tono respetuoso. Asimismo, es útil tener en mente que se está contando una historia a la audiencia que se debe transmitir de forma amena.

- *Metodología:* Esta es una sección muy importante porque indica cómo se planea abordar el problema de investigación. En esta sección se proporciona el plan de trabajo y se describen las actividades necesarias para la finalización del proyecto. Por ejemplo, en estudios cuantitativos, la sección de metodología generalmente consiste en las siguientes secciones: diseño (¿se aplicará un cuestionario o un experimento de laboratorio?), sujetos o participantes (¿qué tipo de procedimiento de muestreo se utilizará?), instrumentos (¿son válidos y confiables?) y procedimiento (¿cómo

[7]https://ieeexplore.ieee.org/
[8]https://www.springer.com
[9]https://www.elsevier.com

se planea realizar el estudio?, ¿qué actividades están involucradas? y ¿cuánto tiempo tardarán?).

- *Resultados esperados:* En esta sección se describen los tipos de datos que se recopilarán y los procedimientos estadísticos que se utilizarán para responder la pregunta de investigación o para probar la hipótesis.

- *Viabilidad de la investigación:* En esta sección se discute la viabilidad o factibilidad del estudio. Para ello, se toma en cuenta la disponibilidad de tiempo, recursos financieros, humanos y materiales que indicarán los alcances del proyecto de investigación (Mertens, 2010; Rojas, 2002).

- *Importancia:* En esta sección es importante convencer al lector de la necesidad y del impacto potencial de la investigación propuesta. Es por esto que los resultados se deben comunicar con entusiasmo y confianza. También se deben mencionar las limitaciones y debilidades de la investigación propuesta, que pueden estar justificadas por el tiempo y el dinero.

2.4. Respuestas a preguntas relacionadas con la generación de la idea inicial

Para finalizar este capítulo, comparto las respuestas a preguntas relacionadas con la generación de la idea inicial:

- *¿Quién define las ideas de investigación?* Una pregunta frecuente que escucho en diferentes escenarios es si las ideas de los proyectos de investigación deben provenir de los estudiantes o de los docentes. Esta pregunta tiene dos posibles respuestas. En primer

lugar, considero que lo más conveniente y lógico es que los docentes, con más experiencia en el área del conocimiento, sean quienes definan los proyectos de investigación. Ellos comunicarán a los estudiantes las ideas de proyectos con el fin de captar su interés y armar equipos de trabajo. No obstante, hay estudiantes que tienen ideas brillantes que, si entran dentro del contexto de alguna línea de investigación y están dentro de los conocimientos de algún docente en esta línea, pueden ser consideradas para definir un nuevo proyecto de investigación.

- *¿A qué nivel de excelencia en investigación podemos llegar en las universidades adventistas en Latinoamérica?* No hay límite en los logros a alcanzar. He visto el alto nivel de las investigaciones y los resultados presentados por docentes adventistas en diferentes países de la región. El objetivo ahora consiste en que la investigación sea un asunto de todos los docentes.

- *¿Se pueden generar investigaciones a pesar de las limitaciones financieras en nuestras universidades?* Creo que las limitaciones nos sirven para ser más creativos en la búsqueda de soluciones de bajo costo y alto impacto. He observado múltiples proyectos de investigación de origen humilde pero que han desembocado en resultados más allá de lo esperado. La gran ventaja que tenemos en nuestras instituciones adventistas es que contamos con la dirección divina en nuestros emprendimientos, aun en medio de estrecheces y obstáculos. Como dice Elena G. de White (1955),

  > nuestro Padre celestial tiene, para proveernos de lo que necesitamos, mil maneras de las cuales no sabemos nada. Los que aceptan el principio de dar al servicio y la honra

> de Dios el lugar supremo, verán desvanecerse las perplejidades y percibirán una clara senda delante de sus pies. (p. 297)

En caso de necesitar recursos financieros, la Sección 3.6 presenta ideas para obtenerlos.

- *¿Puedo tomar un proyecto desarrollado por otros investigadores y volverlo a desarrollar?* Esta es una pregunta recurrente, especialmente en el contexto de proyectos de fin de carrera a nivel de pregrado. Por ejemplo, investigadores en China construyeron un robot para resolver un problema específico y publicaron los resultados en alguna revista científica. Ahora, un docente en una universidad adventista quiere realizar el mismo proyecto con sus estudiantes. Si simplemente se repiten los procedimientos, esto no es investigación sino la réplica de otra investigación. Un caso diferente es que, con base en la revisión de la literatura, se proponga extender o mejorar los resultados de alguna otra investigación. ¡Esto sí es innovación! Este es un aspecto muy importante pues la falta de novedad en la idea inicial de la investigación puede llevar a la realización de un proyecto que al final no trascienda. Por esto, tal como se mencionó en este capítulo, es de vital importancia que al inicio de un proyecto de investigación se realice la revisión de la literatura en el área de estudio con el fin de evitar reinventar la rueda con la investigación a realizar.

- *¿Cómo encontrar artículos recientes y de alto impacto?* Normalmente, las revistas y conferencias reputadas revisan y seleccionan los artículos de forma muy rigurosa. Es por esto que los artículos publicados en esas conferencias y revistas suelen ser novedosos y significativos. Una forma de juzgar la reputación de una revista es ver su factor de impacto. De acuerdo con

Clarivate (s.f.), el factor de impacto es una medida de la frecuencia con que se ha citado el «artículo promedio» en una revista en un año o período en particular. Las revistas con un mayor factor de impacto tienen una mayor visibilidad en la comunidad científica y a la vez una mayor exigencia en el proceso de evaluación. En caso de no contar con el acceso a la lista de factores de impacto de revistas en la Web of Science, se puede encontrar este factor en la página web de las revistas. Por ejemplo, la Figura 2.3 muestra la página web de la revista *Computers and Electronics in Agriculture* de Elsevier. Se resaltan los lugares en esta página en donde se muestra el factor de impacto de esta publicación.

ELSEVIER

SEARCH MENU

Home › Journals › Computers and Electronics in Agriculture

Computers and Electronics in Agriculture

An International Journal

Editors-in-Chief: John K. Schueller, (Chair Editor), Spyros Fountas, Yong He, Angela Ribeiro, Daniel Schmoldt, Stephen Symons, Qin Zhang

› View Editorial Board

› CiteScore: 4.36 Impact Factor: 3.171

ISSN: 0168-1699

Computers and Electronics in Agriculture provides international coverage of advances in the development and application of **computer** hardware, software, **electronic instrumentation**, and **control systems** for solving problems in **agriculture**, including agronomy, horticulture (in both its food and amenity aspects)...

Read more

Submit Your Paper

Supports Open Access

View Articles

Guide for Authors

Abstracting/ Indexing

Track Your Paper

Order Journal

Most Downloaded | Recent Articles | Most Cited | Open Access Articles

Modeling yield response to crop management using convolutional neural networks - Open access
Alexandre Barbosa | Rodrigo Trevisan | ...

Soil sampling with drones and augmented reality in precision agriculture - Open access
Janna Huuskonen | Timo Oksanen

Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges - Open access
Zhaoyu Zhai | José Fernán Martínez | ...

› View All Most Downloaded Articles

Journal Metrics

› CiteScore: 4.36

Impact Factor: 3.171

5-Year Impact Factor: 3.538

Source Normalized Impact per Paper (SNIP): 1.833

SCImago Journal Rank (SJR): 0.950

Current Opinion Conferences
4th Agriculture and Climate Change CONFERENCE
Dresden, Germany | 9-11 May 2021

Announcements

Visibility. Trust. Choice. Only some of the benefits of publishing open access with Elsevier

Figura 2.3. Ejemplo de factor de impacto en la página web de *Computers and Electronics in Agriculture*.

La verdadera ciencia y la inspiración están en perfecta armonía. La falsa ciencia es algo independiente de Dios. Es ignorancia presuntuosa.

Elena G. de White

Capítulo 3

Desarrollar la investigación

Hace ya varios años empecé a dictar mis primeros cursos universitarios. En ese tiempo yo venía del contexto de la investigación y de la ingeniería de software. Además, era la primera vez que dictaba algún curso. Al aceptar el reto, hice lo mejor posible para dictar mis clases. No obstante, al mirar en retrospectiva, encuentro que mis clases eran mucho más teóricas que prácticas. Asimismo, creía que las clases y la investigación eran dos entes separados. Por lo tanto, pensaba que para hacer investigación relevante se necesitaba una dedicación de tiempo completo, o casi completo, a la investigación, sin tener que dictar clases. En ese sentido, era un docente, no un docente-investigador.

A lo largo de los años he aprendido que como docente es posible desarrollar investigaciones de calidad para llegar a ser un docente-investigador. Descubrí que las clases y la investigación son parte del mismo proceso de enseñanza-aprendizaje. Tal como suele decir el Dr. Ismael Castillo, rector de la Universidad de Montemorelos, «el salón de clases es un escenario para la investigación». En este escenario, el docente funge el rol de «entrenador». Él dicta las

reglas de juego y los estudiantes juegan dentro de la cancha. Como resultado, todo el quehacer docente se convierte en un único esfuerzo académico.

Según Restrepo Gómez (2003), hay dos perspectivas de la investigación a nivel universitario:

> La investigación puede ser vista desde la pedagogía y desde el ejercicio misional de generar conocimiento, propio de la educación superior. Desde la función pedagógica centramos la atención en la investigación formativa; desde la visión de la misión universitaria de generar conocimiento teórico y conocimiento sobre la aplicación de conocimiento (conocimiento tecnológico), centramos la atención en la investigación en sentido estricto. (p. 196)

Siguiendo esta distinción de términos, en este capítulo nos enfocaremos en la *investigación formativa*. Más adelante, en el capítulo 4 hablaremos acerca de la publicación de los resultados de *investigación productiva de conocimiento*. Parra Moreno (2004) define la investigación formativa como

> aquella investigación que hace parte de la función docente con una finalidad pedagógica y que se desarrolla dentro de un marco curricular formalmente establecido.
>
> La investigación formativa también puede denominarse como la «enseñanza a través de la investigación» y como «docencia investigativa». (pp. 71, 72)

Aunque la investigación formativa tiene un sentido más pedagógico que de producción de conocimiento científico, con el fin de apoyar la misión de investigación a nivel universitario, los temas de investigación formativa pueden llegar a ser de tal profundidad de pensamiento que lleven

a la novedad científica. En este sentido, la universidad puede generar las conexiones entre la investigación formativa que se lleva a cabo en el salón de clases y la producción científica que trasciende fronteras dentro de un marco de cultura de la investigación. En esta cultura, los descubrimientos encontrados en un proceso de investigación formativa alimentan a la producción científica y viceversa. En todo caso, es importante recalcar que en ninguna manera, tal como lo advierte Restrepo, la investigación formativa puede reemplazar a la investigación en sentido estricto (Restrepo Gómez, 2003).

Con el fin de investigar en el salón de clases, recomiendo los siguientes dos caminos prácticos:

1. Al inicio del curso, el profesor señala un proyecto de investigación a desarrollar con los estudiantes durante el semestre. El profesor comunica el objetivo y la justificación del proyecto. Asimismo, el docente indica las fechas en las cuales los estudiantes realizarán las entregas del proyecto. En un convenio entre docente y estudiantes se decide si los estudiantes trabajarán en equipos o individualmente, así como la división de las tareas a realizar. En todo caso, es importante que sea el mismo estudiante quien decida sobre cuál tarea trabajará de acuerdo con sus gustos y a las habilidades que quiera desarrollar.

2. El estudiante, o el equipo de estudiantes, le propone al docente una idea a desarrollar como proyecto de investigación del curso. Esta idea debería enmarcarse dentro de alguna de las líneas de investigación previamente definidas en la facultad. En este caso, el estudiante puede tener la flexibilidad de definir su calendario de trabajo y sus productos a entregar durante la realización del proyecto, previo acuerdo con el docente.

En ambos casos, en cada sesión se revisan los avances de los estudiantes en el proyecto. Después de las revisiones, se toma tiempo para dictar un tema nuevo e, inmediatamente, en el mismo salón de clases, los estudiantes aplican el conocimiento nuevo en el proyecto mientras el docente responde preguntas. Gracias a que cada estudiante está trabajando en lo que le gusta, el salón se convierte en un espacio de trabajo animado que sirve para compartir ideas. Asimismo, el desarrollo del plan de clases se puede ajustar con el fin de incluir actividades tales como el estudio de alguna nueva herramienta o de artículos científicos que sirvan para resolver ciertas situaciones que se encuentren en el desarrollo del proyecto.

3.1. Proyectos: el motor hacia la investigación en el salón de clases

En mi experiencia como docente-investigador he descubierto que la estrategia de enseñanza basada en proyectos es ideal para el desarrollo de investigaciones dentro del aula de clases. Es por esto que a esta estrategia la he denominado «enseñanza a la carta»: el estudiante trabaja en un proyecto de investigación que le gusta y el docente satisface sus necesidades de conocimiento específicas.

De acuerdo con el Centro de Recursos para la Enseñanza y el Aprendizaje (CREA) de la Vicerrectoría Académica de la Universidad de Montemorelos, el objetivo de la estrategia de enseñanza basada en proyectos consiste en diseñar o producir un objeto, o profundizar en un tema y comunicarlo de modo ordenado (Vicerrectoría Académica, 2018b). Según Zabala y Arnau (2014), una de sus formas básicas se centra en el proceso de elaboración de un producto. Otra forma utiliza la elaboración de una monografía como estrategia para que el estudiante profundice en una temática de

una o varias asignaturas, a la vez que favorece el desarrollo de competencias lingüísticas, de aprender a aprender, digitales y de autonomía e iniciativa.

Desde que empecé a aplicar la estrategia basada en proyectos en mis cursos he notado que mis estudiantes gustan más de las clases al aplicar lo aprendido en el proyecto. Mediante la aplicación de esta estrategia, mis estudiantes han ido del saber al saber hacer. Por ejemplo, a continuación describo los resultados que encontré al aplicar la estrategia de enseñanza basada en proyectos en dos cursos que dicté en la Universidad de Montemorelos. Recomiendo que el lector revise los materiales relacionados con esta estrategia en el sitio web del CREA (Vicerrectoría Académica, 2018b).

Reconocimiento de imágenes en un dron

En la materia titulada Reconocimiento de Imágenes de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales propuse a mis estudiantes desarrollar un proyecto para que un dron reconociera imágenes mediante una red neuronal profunda (ver la Figura 3.1).

Los objetivos de aprendizaje al aplicar la estrategia de proyectos fueron los siguientes:

- Entrenar una red neuronal profunda con figuras geométricas a ser reconocidas por un dron.

- Construir la arquitectura computacional para reconocer imágenes recibidas mediante una cámara montada en el dron.

- Enviar una señal específica al navegador del dron al reconocer alguna figura geométrica.

En el desarrollo del proyecto, en primer lugar mis estudiantes se informaron acerca de cómo poder resolver el

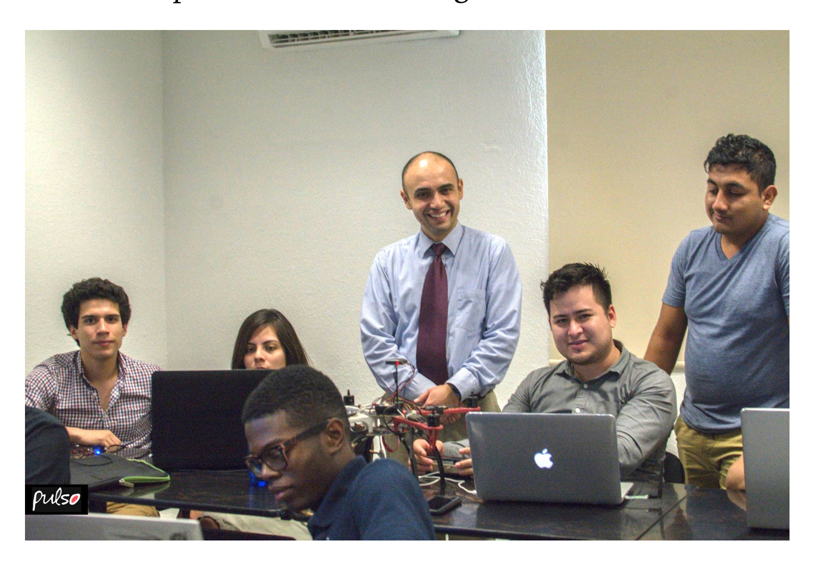


Figura 3.1. Trabajo con mis estudiantes en el salón de clases en el proyecto de reconocimiento de imágenes en un dron (Crédito: Pulso, Universidad de Montemorelos).

problema mediante la revisión de la literatura de investigaciones similares y aun de videos de demostración. Luego, realizamos la planificación del proyecto. En este paso organizamos en clase los productos a realizar en cada uno de los exámenes parciales y en el examen final. Luego, dividimos las operaciones a construir en equipos de dos estudiantes. Para la realización del proyecto, se realizaron tareas en clase y en casa. Con este fin, una parte del tiempo de la clase se dedicó a la realización del proyecto y otra parte a explicar y describir nuevos conceptos necesarios para la implementación de las operaciones a construir. Una vez concluidas las tareas, los estudiantes evaluaron su trabajo y se realizó una discusión final acerca de los resultados conseguidos: éxitos, errores y vivencias.

En cada examen parcial los estudiantes realizaron la entrega de los siguientes avances del proyecto:

- *Primer examen parcial:* En equipos, mis estudiantes

estudiaron el código fuente de algún ejemplo que encontraron para lograr algún aspecto de visión artificial en el dron. Para comenzar, el código fuente se ejecutó en una computadora portátil. Por ejemplo, ellos pusieron hojas de diferentes colores enfrente de la cámara web de la computadora. La computadora tenía que reconocer que la imagen correspondía a una hoja de un color específico.

- *Segundo examen parcial:* En equipos, mis estudiantes ejecutaron el código fuente del primer examen parcial en una placa computadora usando una cámara montada en el dron. Además, extendieron el código fuente con por lo menos dos filtros de reducción de ruido vistos en clase con el fin de mejorar la calidad de la imagen recibida por la cámara.
- *Tercer examen parcial:* En equipos, mis estudiantes utilizaron TensorFlow[1], corriendo en la placa computadora, para lograr que el dron reconociera objetos específicos captados desde la cámara web. El dron realizó alguna acción de acuerdo con la clasificación obtenida con un modelo de red neuronal convolucional previamente entrenado.
- *Examen final:* Todos los equipos unieron sus resultados para que el dron realizara el reconocimiento de diversos objetos y realizara operaciones de acuerdo con los objetos reconocidos.

Exploración de la relación entre diabetes y caries

En la materia titulada Diseño de Software Inteligente de la Maestría en Ciencias Computacionales propuse a mis

[1] https://www.tensorflow.org

estudiantes dedicar el tiempo completo de clase para realizar un proyecto que resolviera algún problema interesante en el área de odontología. Con esto en mente, todas las clases del semestre se realizaron en un aula de la Escuela de Odontología dentro del campus. Allí trabajamos en equipo con dos profesores y dos estudiantes de dicha escuela.

En las primeras sesiones discutimos diversos temas en los cuales podríamos trabajar y encontramos que, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, al año 2014, 422 millones de adultos sufrían diabetes (Organización Mundial de la Salud, 2016). En México la diabetes es un problema de salud pública altamente relevante. De acuerdo con el Instituto Nacional de Salud Pública de México, desde el año 2000, la diabetes mellitus en México es la primera causa de muerte entre las mujeres y la segunda entre los hombres (Instituto Nacional de Salud Pública, Gobierno de México, s.f.-c). Asimismo, el 14% de los adultos en México tiene diabetes. Se estima que podrían ser 80,000 muertes por año (Instituto Nacional de Salud Pública, Gobierno de México, s.f.-b).

Trabajos previos habían demostrado que la diabetes estaba muy relacionada con la caries dental, ya que estas comparten factores de riesgo similares. Nuestra contribución en ese trabajo (Alférez et al., 2016) consistió en corroborar la relación entre diabetes y caries dental, encontrada en la literatura, mediante la aplicación de técnicas de ciencia de datos en historias clínicas de la Clínica Luz y Vida, ubicada en el Hospital la Carlota, Montemorelos, México. Nuestro trabajo se conectó con la tendencia actual de diferentes instituciones relacionadas con la ciencia para establecer estrategias y servicios efectivos de promoción de la salud en lo referente a la diabetes y su impacto en la salud oral.

3.2. Trabajo personalizado con cada estudiante

A lo largo de los años he descubierto que, para que los estudiantes logren avances significativos en sus investigaciones y para que los resultados de las investigaciones trasciendan a publicaciones de alto impacto, es necesario que el docente trabaje uno a uno con ellos. Es decir, sea en la oficina del docente o en el salón de clases, se requiere de sesiones individuales. Esto lo he descubierto tanto en estudiantes de pregrado como de posgrado. La idea consiste en que el docente aplique una estrategia ágil iterativa y creciente de trabajo. Cada semana se puede realizar por lo menos una iteración en la que el docente se reúna con cada uno de sus estudiantes para:

1. *Revisar el avance del proyecto o de la publicación científica:* Si el avance del estudiante fue bajo en las tareas previamente asignadas, el rol del docente consiste en animar al estudiante a mejorar en los aspectos que atrasaron el trabajo. Asimismo, el docente debe mantener siempre claro el norte del proyecto para que el estudiante no se desvíe de los objetivos propuestos. El tono de las conversaciones en las revisiones debe ser ameno y franco. En todo momento, el docente tiene el rol de entrenador que anima al estudiante.

2. *Contestar preguntas:* Ya que un proyecto de investigación se realiza para obtener respuestas que posiblemente ni aun el docente conoce, tanto el docente como el estudiante pueden tomar el tiempo de la reunión para buscar respuestas a estas preguntas. No está mal que el docente no sepa responder algunas preguntas, pues justamente la investigación consiste en encontrar respuestas a las preguntas que van surgiendo. Si no existieran preguntas, no sería necesaria

la investigación.

3. *Corregir al momento:* Con el fin de realizar correcciones sin dilación acerca del proyecto o del documento con la descripción de los resultados de la investigación, en lo personal me ha funcionado sentarme con cada uno de mis estudiantes enfrente de la computadora. Mientras vamos revisando juntos el proyecto o la publicación, vamos realizando las correcciones. De esta forma el estudiante aprende de los comentarios del docente y se agiliza mucho el proceso para las siguientes iteraciones.

4. *Asignar nuevas tareas para la siguiente iteración:* Este es un proceso creciente, pues en cada iteración el trabajo va aumentando, tanto en resultados como en extensión, y así va tomando forma. Con el fin de organizar el trabajo, recomiendo que el docente y el estudiante concuerden en un calendario de trabajo y lo dejen por escrito al inicio del proyecto. En cada iteración se revisará el calendario y la solución a las tareas. No obstante, el calendario no es una camisa de fuerza. Este debe ser flexible para permitir ajustes que surjan de acuerdo con los resultados de cada iteración.

Con el fin de que el estudiante vea a la investigación como algo emocionante, cada reunión del docente con el estudiante debe tomarse como una oportunidad para animarlo y facilitarle el camino. De hecho, he descubierto que cuando el estudiante se apasiona con el proyecto los resultados pueden ser maravillosos. Por ejemplo, en mi curso de Taller de Inglés Conversacional en la Universidad de Montemorelos le propuse a mis estudiantes escribir en inglés los resultados de una investigación que cada uno realizó durante el curso. Myriam Torres, una de mis estudiantes, llegó a apasionarse tanto en un proyecto de investigación

que le propuse que, al finalizar este curso, publiquemos los resultados en una conferencia científica internacional (Torres y Alférez, 2014). Lo fascinante es que, aunque este era un curso de apenas segundo año de carrera, fuera de las materias duras de ingeniería y que Myriam no había tomado ningún curso en inteligencia artificial, la motivación en el proyecto le sirvió para aceptar el reto y lograr el objetivo.

Finalmente, vale la pena mencionar que, ya que el proyecto de investigación se desarrolla mediante un esfuerzo conjunto de docentes y estudiantes, los resultados se deben considerar como resultados del equipo, no solamente del docente o del estudiante. En este aspecto, en la Sección 4.8 se tratan temas de derechos de autor y del orden de los autores en publicaciones científicas.

3.3. Cuando las cosas no marchan como se esperaba

No todo es color de rosa en el camino de la investigación. Aunque los estudiantes empiezan muy motivados el camino de la investigación, hay momentos en los que la idea inicial de investigación requiere un cambio de dirección o quizás el estudiante siente que cierta parte del proyecto no resulta tal como él pensaba. Presento algunos ejemplos de mi cosecha en los que muestro algunas situaciones problemáticas y cómo se solucionaron. En estos casos los problemas se convirtieron en oportunidades para redirigir alguna parte de la investigación y así seguir adelante:

- *Ajuste de la idea inicial:* Cristofer Marín, uno de mis estudiantes brillantes, tuvo el deseo de realizar un proyecto de investigación en el que aplicara conocimiento ingenieril a la odontología. Este deseo surgió después de varias conversaciones que mantuvo con

amigos suyos que estudiaban odontología. Después de varias iteraciones, los dos vimos interesante realizar la detección de diferentes tipos de caries mediante la aplicación de una red neuronal artificial en fotografías dentales. Aunque la idea sonó bien en un inicio, nos topamos con el problema de que ciertos tipos de caries no pueden ser detectados mediante el análisis de fotografías en dos dimensiones. Esto significó que el equipo tecnológico inicial que habíamos pensado para realizar la toma de las fotografías no era suficiente para resolver el problema; necesitábamos un equipo para la toma de fotografías en tercera dimensión. No obstante, este equipo estaba fuera de nuestro alcance financiero.

Al ver esta situación, nos dijimos: «creemos que es posible utilizar el potencial de la inteligencia artificial para automatizar el descubrimiento de problemas de salud en fotografías de dos dimensiones. Ahora, en lugar de enfocarnos en odontología, ¿en qué otra área de la salud nos podríamos enfocar?» Después de pensarlo, decidimos realizar un proyecto de investigación para la detección de melanoma mediante redes neuronales artificiales. Este cambio de dirección nos dio un excelente resultado (Marín et al., 2015).

- *Saltar un bache técnico:* Con Joe Sylnice, otro de mis estudiantes brillantes, comenzamos a realizar un proyecto relacionado con la evolución dinámica de carros autónomos simulados en el mundo abierto.

  El primer bache técnico con el que nos topamos fue que las tecnologías para construir las simulaciones computacionales que pensamos inicialmente no ofrecían la documentación suficiente o estaban en idioma chino. Con el fin de saltar este bache, propuse a Joe extender un juego computacional de un carro en dos

dimensiones. Aunque no utilizaríamos las tecnologías pensadas inicialmente, la investigación tenía que continuar. Lo importante era probar que nuestra aproximación servía.

El segundo bache consistió en que pensamos en probar nuestra solución en una pista virtual bastante larga y con muchas curvas. Aunque hicimos varios entrenamientos del vehículo autónomo con diferentes algoritmos de clasificación, el carro no lograba aprender a conducirse bien sin salirse de la pista virtual. La solución consistió en reducir la longitud de la pista. Al hacerlo, el carro llegó a tener excelentes resultados y se mantuvo siempre dentro de la vía. Con Joe publicamos los resultados en un artículo en las actas de una conferencia internacional (Sylnice y Alférez, 2019).

- *Cuando los problemas van más allá del aspecto técnico:* Los problemas mencionados anteriormente son de índole técnico. Pero, ¿qué decir si los problemas tienen que ver con problemas personales o de otra índole? En mi experiencia, he visto como el desempeño de los estudiantes disminuye sustancialmente cuando tienen problemas con su novio, su novia o sus padres. A pesar de cualquier circunstancia y a lo largo de toda la investigación, la tarea del docente consiste en lograr que se mantenga el brillo en sus ojos. Si este brillo se pierde por alguna razón, el docente debe buscar la forma de que este reaparezca. Este brillo en los ojos es una forma en la que el estudiante expresa: «¡Lo estoy logrando! ¡Llegaré a la meta!»

  El aspecto clave para que el estudiante no se desmorone en momentos críticos consiste en orar con él y en mantener una comunicación constante. Al hacerlo, el docente se convierte en un líder espiritual y anímico

> que los exhorta a seguir a pesar de las circunstancias. Puedo testificar que el Espíritu Santo realiza un trabajo extraordinario en los corazones de los estudiantes cuando intercedemos por ellos.

3.4. Creación de grupos de investigación

Hace varios años, al comenzar mis estudios de ingeniería de sistemas en la Universidad EAFIT en Colombia, desconocía el rol de los grupos de investigación. Creía que mi rol como estudiante universitario consistía en asistir a clases, realizar mis tareas y contestar exámenes.

Cierto día, la Dra. Raquel Anaya, adventista y directora del grupo de investigación en ingeniería de software de la universidad, nos invitó a mi hermano menor, el Dr. Mauricio Alférez, en esa época también estudiante de ingeniería de sistemas, y a mí, a unirnos a su grupo. Nosotros aceptamos gustosos. ¡Sin lugar a dudas, creo que esta ha sido una de las mejores experiencias que he tenido en mi vida! Allí aprendimos lo que era discutir artículos científicos, a escribir artículos científicos y a crear herramientas que sirvieran para probar nuevas aproximaciones en ingeniería de sistemas. El amor que mi hermano y yo le tomamos a la investigación en ese grupo nos motivó a seguir una carrera como investigadores en diferentes universidades.

De a cuerdo con el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS) de Colombia, un grupo de investigación científica o tecnológica se define como

> el conjunto de personas que se reúnen para realizar investigación en una temática dada, formulan uno o varios problemas de su interés, trazan un plan estratégico de largo o mediano

plazo para trabajar en él y producir unos resultados de conocimiento sobre el tema cuestión. Un grupo existe siempre y cuando demuestre producción de resultados tangibles y verificables, fruto de proyectos y otras actividades de investigación convenientemente expresadas en un plan de acción (proyectos) debidamente formalizado (COLCIENCIAS, s.f.).

Lo ideal es que el grupo de investigación cuente con un espacio en el cual docentes y estudiantes trabajen en forma conjunta. Sin embargo, aun sin un espacio fijo, el docente puede llamar a los estudiantes a asistir a reuniones periódicas para asignar y revisar tareas de investigación. La asistencia a un grupo de investigación no es obligatoria para los estudiantes que no reciben becas por trabajar en algún proyecto liderado por el grupo. Asimismo, las reuniones del grupo de investigación no suelen estar programadas como parte del horario de clases. Estas son reuniones adicionales en donde asisten quienes están interesados.

Para ilustrar este punto presento dos ejemplos de dos grupos de investigación que tuve el privilegio de fundar en la Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de Montemorelos:

- *Global Software Lab*: Este grupo se creó para realizar investigaciones científicas de alta calidad en el área de ingeniería de software y para desarrollar proyectos de software que resuelven problemas actuales en la industria, la academia y la Iglesia Adventista del Séptimo Día. Las investigaciones y el desarrollo de software son liderados por los profesores de la Academia de Tecnologías de la Información de la Facultad y apoyados por los estudiantes involucrados en esta academia. Este grupo de investigación está justificado por el excelente momento de la industria de software en el mundo, América Latina, México y en la gran

necesidad en esta área en la Iglesia Adventista del Séptimo Día.

Los objetivos del *Global Software Lab* son los siguientes:

- Buscar problemas en la industria, la academia y en la Iglesia Adventista del Séptimo Día que puedan ser solucionados mediante la ingeniería de software.
- Crear software de calidad que resuelva problemas actuales en la industria, la academia y la Iglesia Adventista del Séptimo Día mediante la aplicación de las mejores prácticas de la ingeniería de software.
- Encontrar nuevas aproximaciones científicas de ingeniería de software y divulgar los resultados científicos en conferencias nacionales e internacionales y en revistas de alto impacto.
- Generar recursos económicos mediante investigaciones y proyectos de desarrollo con el fin de becar a estudiantes de la facultad, llevar a cabo planes de proyección para mejorar la infraestructura física de la facultad y promocionar las carreras de esta facultad.

▪ *Instituto de Ciencia de Datos*: La misión del Instituto de Ciencia de Datos (2018) consiste en: 1) ayudar a la Universidad de Montemorelos y a otras instituciones de la Iglesia Adventista del Séptimo Día a descubrir patrones que lleven a la toma de decisiones estratégicas; y 2) educar en ciencia de datos a los estudiantes de ingeniería de la Universidad de Montemorelos y a administradores y tecnólogos de la Iglesia Adventista del Séptimo Día.

Los objetivos del Instituto de Ciencia de Datos son los siguientes:

- Apoyar a la administración de la Universidad de Montemorelos en el análisis de datos institucionales que sirva para medir el cumplimiento de los indicadores del plan estratégico organizacional.
- Construir una estrategia de datos institucionales que conecte el plan estratégico organizacional con datos internos y externos.
- Crear una estrategia de gobierno de datos institucionales que defina quiénes tienen acceso a ellos, con qué fin deben utilizarse, dónde están almacenados y cuándo deben utilizarse y para qué.
- Descubrir patrones que aporten a la toma de decisiones institucionales mediante datos masivos (*big data*) y datos pequeños tanto internos como externos.
- Enseñar cursos de ciencia de datos en la Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de Montemorelos.
- Capacitar en ciencia de datos a los administradores y tecnólogos de la iglesia mayormente en el territorio de la División Interamericana de la Iglesia Adventista del Séptimo Día.
- Realizar proyectos de ciencia de datos para entidades de la Iglesia Adventista del Séptimo Día.
- Generar recursos financieros por medio de proyectos de aplicación de ciencia de datos para apoyar el funcionamiento del Instituto.
- Conducir proyectos de investigación y desarrollo en ciencia de datos con estudiantes de pregrado

y posgrado de ingeniería en la Universidad de Montemorelos.

Durante cada semestre, el *Global Software Lab* y el Instituto de Ciencia de Datos han contado con diversos estudiantes. Algunos de estos estudiantes han sido becados para trabajar en proyectos de investigación. Otros estudiantes trabajan sin pago alguno en sus proyectos de titulación o simplemente por el deseo de aprender más. Los estudiantes trabajan en el espacio asignado para estos grupos de investigación cinco días a la semana durante la mañana, pues en la tarde toman clases. Como resultado del trabajo en el *Global Software Lab* y en el Instituto de Ciencia de Datos han surgido múltiples publicaciones en conferencias y revistas científicas y proyectos que han generado ingresos financieros para la institución.

3.5. Trabajo en equipo

Dos o más cabezas piensan mejor que una. Esto es particularmente cierto en el contexto de la investigación. Raramente uno se encuentra con investigadores trabajando de forma individual, metidos en laboratorios oscuros y separados del mundo al rededor. La realidad es que para hacer investigación se requiere de trabajo en equipo. Tal como dijera Salomón, «en la multitud de consejeros hay seguridad» (Proverbios 11:14) y «¡ay del solo! que cuando cayere, no habrá segundo que lo levante» (Eclesiastés 4:10). El trabajo en equipo se puede realizar con investigadores en la misma área del conocimiento o en equipos multidisciplinarios.

La gran ventaja de los equipos multidisciplinarios es que expertos en distintas ramas del conocimiento se reúnen para generar ideas novedosas quizás inimaginables si se hubiera trabajado de forma individual. Este tipo de colaboraciones tiende a surgir de reuniones informales o de

conversaciones en eventos científicos en las que puntos en común florecen. Por ejemplo, en cierta ocasión el Dr. Benjamin L. Clausen, investigador del *Geoscience Research Institute* y catedrático en Loma Linda University, tuvo una serie de presentaciones en un evento de Creacionismo en la Universidad de Montemorelos. En sus presentaciones, el Dr. Clausen habló acerca de la utilidad de la investigación en geoquímica en el estudio de los orígenes. Al conversar con él acerca de mis líneas de investigación en ciencia de datos y en inteligencia artificial, encontramos la posibilidad de aplicar aprendizaje automático, una subárea de la inteligencia artificial, para interpretar patrones geoquímicos en datos de rocas graníticas en el sur de California. Trabajamos con dos de nuestros estudiantes, uno de pregrado en Montemorelos y otro de maestría en Loma Linda. Con ellos publicamos los resultados en un artículo científico (Alférez et al., 2015). Muy probablemente nunca habríamos llegado a obtener estos resultados trabajando de forma separada. Aun hoy, después de varios años, seguimos trabajando en forma conjunta. En el camino se han unido otros docentes y estudiantes.

Por otra parte, es importante crear redes de investigación con docentes en otras universidades adventistas con el fin de potenciar la investigación en nuestras instituciones. Por ejemplo, desde hace años viene funcionando la Red Latinoamericana Adventista de Carreras de Informática (RELACI). En la RELACI confluyen diversas universidades que ofrecen carreras de informática y carreras afines en el territorio de la División Interamericana y la División Sudamericana de la Iglesia Adventista del Séptimo Día. Gracias a esta red, varios profesores y estudiantes han podido realizar intercambios académicos en otras instituciones. Uno de estos intercambios fue el que realizó Ignacio Quiroz, en ese momento estudiante de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Adventista de Chile

(UNACH), quien vino a la Universidad de Montemorelos por un semestre.

Ignacio fue ganador de una beca entregada por el Banco Santander Chile y fue el único seleccionado después de haber participado en un concurso abierto a todas las facultades de la UNACH. El premio consistió en una beca de $5,000 dólares para cursar un semestre de estudios en alguna universidad del extranjero y fue la Universidad de Montemorelos la que eligió. En relación a sus primeras experiencia en México, señaló: «La vida universitaria es bastante activa, hay muchas actividades por lo general y muchas agrupaciones donde se puede participar. La gente es muy agradable y todos los días se puede conocer a alguien nuevo. Gran parte de los estudiantes son extranjeros provenientes de distintos países y no solo de habla hispana; por ello es muy enriquecedor estar aquí y compartir vivencias y parte de nuestra cultura». Agregó: «Los docentes que me ayudan en mi investigación han estado siempre muy atentos a mis necesidades. Eso me hace sentir muy bien y muy apoyado en este lugar. Vivo muy cómodo y la comida es muy buena. La adaptación no ha sido difícil, a pesar de que el clima es un tanto diferente a Chile. Es mucho mas cambiante y un poco mas extremo en cuanto al calor».

El proyecto en el cual trabajamos con Ignacio en Montemorelos trató sobre el reconocimiento de imágenes mediante aprendizaje profundo. Este proyecto tuvo por objetivo crear un modelo de clasificación mediante una red neuronal convolucional para la detección de la presencia o ausencia de bandejas de plantas en su proceso de enraizamiento. Este proyecto sirvió para dotar de mecanismos de visión artificial a un brazo robótico que puede ser usado en granjas automatizadas en Chile. Los experimentos se realizaron con imágenes tomadas en el invernadero del Laboratorio de Micropropagación de la carrera de Agronomía de la Universidad Adventista de Chile. Como director de

este proyecto en la Universidad de Montemorelos, expreso que haber trabajado con Ignacio durante un semestre académico fue muy enriquecedor. Para la Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de Montemorelos, la llegada de Ignacio marcó un antes y un después, pues fue el primer estudiante de intercambio que visitó nuestra facultad. Como resultado de este intercambio, con Ignacio publicamos un artículo en una revista erudita (Quiroz y Alférez, 2020).

Organización del trabajo en equipo

En proyectos conjuntos debe haber un líder que realice la planeación y el seguimiento del proyecto. Este aspecto es clave para que cada uno sepa su rol. Por ejemplo, hace algunos años dirigí un proyecto internacional en el contexto de la adaptación dinámica de sistemas (Alférez et al., 2014). Tomé la batuta de este proyecto al ser quien inició la conversación con los otros investigadores y debido a que ellos ofrecerían una solución particular a una parte de mi investigación. Aunque en este caso particular mi rol de líder surgió espontáneamente, en otros proyectos se puede dar una elección formal, de acuerdo con la rigurosidad del caso.

En todo caso, las estrategias de comunicación y de motivación son cruciales en el rol de líder del proyecto para que los miembros conozcan el progreso de las tareas y trabajen con pasión hacia los resultados esperados. Hoy en día existen muchas herramientas que pueden ser utilizadas por equipos de investigadores, la mayoría con versiones gratuitas. Por ejemplo, Zoom[2] y Google Meet[3] son herramientas muy útiles para la realización de videollamadas con múl-

[2] https://zoom.us
[3] https://meet.google.com

tiples personas. Slack[4], Trello[5] y Monday.com[6] pueden ser utilizadas para el seguimiento de las tareas del proyecto. Asimismo, Google Docs[7] incluye un procesador de palabras como parte de un grupo de herramientas de trabajo de oficina basadas en la Web. Mediante Google Docs, los investigadores pueden trabajar en paralelo en un mismo documento, lo cual es bastante útil al momento de escribir artículos científicos. También sugiero la utilización de GitHub[8], con el fin de compartir archivos electrónicos con el equipo y administrar las versiones de estos archivos (documentos, códigos fuente de programas computacionales, etc.). Además, es deseable contar con servicios que sirvan para almacenar los archivos electrónicos del proyecto en la nube y así evitar el riesgo de su posible pérdida. Un ejemplo de estos servicios es Google Drive[9].

Por otra parte los equipos de investigadores pueden adaptar marcos de trabajo tales como Scrum para agilizar su trabajo. Con Scrum, por ejemplo, el rol de *ScrumMaster* o facilitador se encarga de eliminar los obstáculos que pueden impedir que el equipo alcance los objetivos propuestos en cada iteración de trabajo, o *sprint* de 2 a 4 semanas. Asimismo, de interés especial en el equipo de investigadores es la reunión diaria de Scrum (*daily Scrum meeting* en inglés). El objetivo del Scrum diario es que los miembros del equipo se mantengan actualizados acerca del trabajo de todos, qué problemas han encontrado o prevén encontrar y qué planean hacer (Schwaber, 2004). Estas reuniones tienen una duración fija de entre 5 y 15 minutos. Asimismo, se recomienda hacerlas de pie para que sean breves y enfocadas en su objetivo.

---

[4]https://slack.com/
[5]https://trello.com
[6]https://monday.com
[7]https://docs.google.com
[8]https://github.com
[9]https://www.google.com/drive

3.6. Financiamiento de proyectos de investigación

Como investigadores adventistas debemos buscar que nuestros proyectos de investigación sean sustentables con el fin de evitar depender de recursos financieros internos en rubros tales como becas a estudiantes, equipos de laboratorio, equipos de cómputo, gastos de viajes a conferencias, etc. Estos recursos pueden provenir de entidades externas, tales como:

- *Organismos gubernamentales:* Los gobiernos cuentan con consejos de ciencia y tecnología, por ejemplo el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en México, el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS) en Colombia y el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) en Perú. Estos consejos lanzan convocatorias periódicas para el envío de propuestas de investigación. Es por esto que es importante estar atentos a las fechas de apertura y cierre de las convocatorias para evitar pasar la oportunidad de presentar una solicitud. En muchas ocasiones, los fondos en dichas convocatorias son altos.

- *La industria y la iglesia:* Tanto la industria como la iglesia tienen necesidades apremiantes que podemos resolver como investigadores adventistas. En algunas ocasiones las solicitudes de proyectos llegarán a nuestras manos. Este es el caso cuando nuestras líneas de investigación se han consolidado y la industria y la iglesia conocen los resultados de los proyectos realizados. En otras ocasiones tendremos que salir a ofrecer nuestros servicios. Para hacerlo, vale la pena contar con un sitio web que sirva como portafolio

que describa los servicios ofrecidos y los proyectos exitosos. Por ejemplo, el sitio web del Instituto de Ciencia de Datos de la Universidad de Montemorelos (2018) sirve como portafolio de servicios en español y en inglés.

Para finalizar esta sección, a continuación se muestran los criterios de revisión de las propuestas de proyectos de investigación enviadas a *National Institutes of Health* (NIH) de Estados Unidos. Estos criterios son de interés para asegurar que su aplicación a alguna convocatoria tenga éxito (National Institutes of Health, 2016). Otras agencias de financiamiento tienen criterios similares. Este es el caso del *Natural Environment Research Council* (NERC) del Reino Unido y del CONACYT de México con quienes he tenido el privilegio de ser revisor de propuestas de proyectos:

- *Impacto global:* Los revisores proporcionan una puntuación del impacto/prioridad general de que el proyecto ejerza una influencia sostenible e importante en los campos de investigación involucrados.

- *Significado:* ¿El proyecto aborda un problema importante o una barrera crítica para el progreso en el campo? Si se logran los objetivos del proyecto, ¿cómo se mejorarán los conocimientos científicos, la capacidad técnica y/o la práctica en el campo? ¿De qué manera el logro exitoso de los objetivos cambiará los conceptos, métodos, tecnologías, tratamientos, servicios o intervenciones preventivas? ¿El proyecto propuesto tiene potencial comercial para venderse como un producto, proceso o servicio?

- *Investigador(es):* ¿Se cuenta con los colaboradores e investigadores adecuados para el proyecto? Si son investigadores en etapa temprana, ¿tienen la experiencia y la capacitación adecuadas? Si son investigadores con experiencia, ¿han demostrado un registro

continuo de los logros en su(s) campo(s)? Si el proyecto es colaborativo, ¿los investigadores tienen experiencia complementaria e integrada? ¿Los enfoques de liderazgo, gobierno y estructura organizativa son apropiados para el proyecto?

- *Innovación:* La aplicación ¿desafía y busca cambiar los paradigmas actuales de la investigación o la práctica utilizando conceptos teóricos, enfoques o metodologías novedosos, instrumentación o intervenciones? Los conceptos, enfoques o metodologías, instrumentación o intervenciones ¿son novedosos en un campo de investigación o novedosos en un sentido amplio? ¿Se propone un refinamiento, una mejora o una nueva aplicación de conceptos teóricos, enfoques o metodologías, instrumentación o intervenciones?

- *Enfoque:* La estrategia general, la metodología y los análisis ¿están bien razonados y son apropiados para lograr los objetivos específicos del proyecto? ¿Se presentan los problemas potenciales, las estrategias alternativas y los puntos de referencia para alcanzar el éxito? Si el proyecto se encuentra en las primeras etapas de desarrollo, ¿se establecerá la estrategia de viabilidad y se administrará el riesgo?

- *Ambiente:* El entorno científico en el que se realizará el trabajo ¿contribuirá con el éxito del proyecto? El apoyo institucional, el equipo y otros recursos físicos disponibles para los investigadores ¿son adecuados para el proyecto propuesto?

3.7. Diferencias entre un proyecto de fin de carrera, una tesina de maestría y una tesis doctoral

Con el fin de aclarar conceptos, de acuerdo con el diccionario de la la Real Academia Española (RAE), solamente se atribuye el nombre de *tesis* a la «disertación escrita que presenta a la universidad el aspirante al título de doctor en una facultad». Por otra parte, en España, por ejemplo, el documento que se prepara para titular en alguna maestría se le conoce como *tesina*. La RAE define *tesina* como «trabajo escrito, exigido para ciertos grados en general inferiores al de doctor». Según la Reforma Universitaria de Bolonia, en Europa, dicho trabajo se le denomina *trabajo de fin de master*. En el caso del documento preparado para titular de estudios de pregrado suele denominarse *proyecto o trabajo de fin de carrera*. En el caso europeo, tras la reforma universitaria de Bolonia, se le denomina *trabajo de fin de grado*.

La diferencia entre un proyecto de fin de carrera, una tesina de maestría y una tesis doctoral no depende de la longitud del documento. Estos tres tipos de trabajos académicos requieren contribuciones novedosas y significativas, pero tales requisitos en el caso de una tesis de doctorado son mucho más altos. Para explicarlo, Might (2010) ofrece una guía ilustrada, muy conocida, hacia la obtención de un título doctoral que se resume en la Figura 3.2.

Una forma intuitiva y aproximada de distinguir entre estos tres tipos de documentos es que el trabajo en una tesis de doctorado debe tener el potencial de ser publicada o ya haber sido publicada en varias revistas y conferencias científicas en el campo. Por otra parte, una tesis de maestría tiene el potencial de publicarse en una o dos revistas o conferencias científicas de competencia media en el campo.

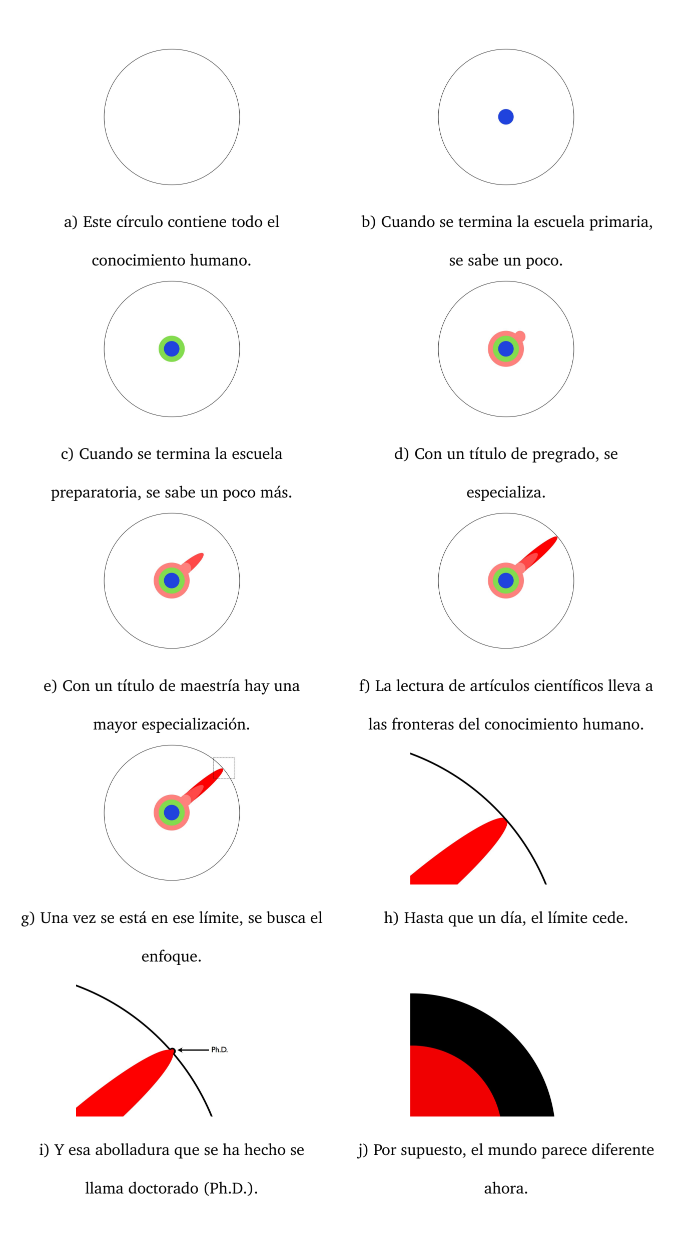


Figura 3.2. Guía ilustrada hacia un doctorado por Might (2010).

En el caso de un proyecto de fin de carrera, la tendencia consiste en no exigir la publicación de los resultados. No obstante, como se muestra a lo largo de los ejemplos de este libro, es posible publicar con estudiantes de pregrado.

Para terminar esta sección, a continuación se describen varias diferencias entre una tesina de maestría y una tesis de doctorado (Ling y Yang, 2012):

- Una tesina de maestría puede aplicar los resultados de un trabajo anterior a un nuevo problema o aplicación. Una tesis de doctorado normalmente presenta una nueva teoría, métodos y aplicaciones.

- Una tesina de maestría puede hacer pequeñas mejoras crecientes del trabajo anterior. Una tesis de doctorado generalmente estudia un nuevo tema en el campo y hace contribuciones mucho más grandes.

- Una tesina de maestría puede consistir en un estudio crítico de trabajos existentes. Una tesis de doctorado presenta métodos nuevos que se comparan de forma convincente con el estado del arte, ya sea por la teoría o por experimentos.

- Una tesina de maestría puede informar los resultados negativos de una aproximación que aparentemente era prometedora. Asimismo, en el documento se puede describir por qué los resultados no funcionaron como se esperaba. Una tesis de doctorado debe contener resultados positivos además del análisis de los resultados negativos.

- Al graduar de maestría, es posible que un estudiante aún no haya aprendido a convertirse en un investigador independiente. De hecho, su trabajo de tiempo completo no suele ser la investigación. Por otro lado, un doctorando debe ser un investigador independiente.

3.8. Respuestas a preguntas relacionadas con el desarrollo de la investigación

Para finalizar este capítulo, comparto mis respuestas a preguntas, algunas de ellas recurrentes, que me han formulado en diversos foros con respecto al desarrollo de la investigación:

- *¿Cuántos estudiantes deberían trabajar en un proyecto de investigación?* Aunque es posible que cada proyecto de investigación sea desarrollado por un único estudiante, lo ideal consiste en tener proyectos con una envergadura lo suficientemente grande para que varios estudiantes trabajen en su desarrollo durante varios semestres. Los resultados de un estudiante servirán de base para que otro estudiante los tome y los extienda. Al hacerlo, se pueden lograr a lo largo del tiempo más resultados que los que se alcanzarían con un solo estudiante. Asimismo, de esta forma se disminuye el sobresfuerzo del docente al coordinar muchos proyectos de naturaleza diferente al mismo tiempo.

- *¿Cómo organizar proyectos de investigación con varios estudiantes en pregrado?* Con el fin de que los estudiantes investiguen desde los primeros semestres de su carrera, ellos deben conocer las líneas y los proyectos de investigación y unirse a un docente que los guíe en el proyecto.

  El punto que puede sonar difícil es que el docente contará con estudiantes de semestres iniciales que saben muy poco acerca del área de investigación y con estudiantes de últimos semestres expertos en diversos temas y con productos avanzados dentro del proyecto.

Cómo lograr que ellos trabajen en sincronía es un arte y en este contexto comparto algunas ideas.

En primer lugar, los estudiantes de los primeros semestres pueden empezar leyendo artículos científicos y experimentando con herramientas o aproximaciones dentro del dominio del proyecto de investigación. Esto les servirá para conocer lo que ya existe en el área. A continuación, pueden ahondar en la revisión de la literatura. A este nivel, los estudiantes pueden escribir resúmenes y discusiones acerca del estado del arte. Estos resúmenes y discusiones se pondrán dentro de un repositorio o «bolsa común» del grupo de investigación. Todos los estudiantes en el grupo, tanto en semestres iniciales como en semestres avanzados, podrán acudir a este repositorio para tomar de allí el conocimiento que requieran en sus investigaciones. Por lo tanto, es importante mantener dicho repositorio dentro del dominio del proyecto de investigación para evitar incluir trabajos nada o poco relacionados con este dominio.

A medida que el estudiante avanza en su carrera, tendrá más conocimiento para el desarrollo de la investigación. Los estudiantes en los últimos semestres desarrollarán productos maduros y aun podrán trabajar en patentes y en la publicación de los resultados de la investigación. Estos estudiantes no terminarán el proyecto como un todo, sino partes del proyecto. Con este fin, junto con el docente, propondrán trabajos futuros que desarrollarán los estudiantes en semestres inferiores.

- *¿Cuál es la finalidad de un proyecto de investigación?*
  El fin último de un proyecto de investigación es la búsqueda de nuevo conocimiento. Al micro nivel, cada docente y estudiante que trabaja en investigación

aprende a ser investigador. Las competencias aprendidas en esta área le servirán en el futuro para buscar problemas, filtrar los problemas más relevantes y proponer soluciones a estos problemas, ya sea en la academia, la iglesia o la industria. Al macro nivel, los proyectos de investigación deben servir para dos cosas. En primer lugar, nuestras universidades tienen grandes necesidades financieras. La investigación puede servir como polo de desarrollo para convertir el conocimiento aplicado en recursos financieros (ver la Sección 3.6). Asimismo, las agencias acreditadoras cada vez son más exigentes en la evaluación de la producción científica de los docentes y estudiantes. Los docentes deben demostrar con hechos que están investigando, por ejemplo, mediante publicaciones científicas y patentes.

- *¿Es conveniente desarrollar un proyecto por materia?* Aunque es posible hacerlo, no es lo más conveniente. La razón es que nosotros como docentes y nuestros estudiantes tenemos un tiempo limitado para la realización de proyectos. La realización de un proyecto por materia es muy consumidor. De hecho, al realizar un proyecto por materia, entre profesores entramos a «competir» por el tiempo de nuestros estudiantes. Asimismo, al no tener el tiempo suficiente para la realización de los proyectos, los estudiantes realizarán contribuciones pequeñas en cada proyecto. Por lo tanto, recomiendo buscar la realización de proyectos integradores por semestre. En este caso, todos los estudiantes de un mismo semestre se enfocan en la realización de un proyecto que demuestre las competencias aprendidas en diferentes materias. De esta forma, el resultado es un proyecto más sólido.

  La propuesta de un proyecto integrador puede

incluir las siguientes secciones (Vicerrectoría Académica, 2018a):

- Carrera, curso escolar y semestre
- Título del proyecto
- Docentes involucrados en el proyecto
- Justificación: ¿Por qué? ¿Para qué? ¿Cómo se enseña lo que se tiene previsto?
- Descripción: ¿Qué se va a hacer?
- Propósitos del proyecto: Los propósitos se redactan iniciando con verbos en infinitivo y desde el punto de vista de la plataforma que ofrece el proyecto. Es decir, lo que se espera que el proyecto brinde tanto al estudiante como a otros sectores involucrados
- Actividades y cronograma
- Materias involucradas y productos de aprendizaje: Los productos de aprendizaje se seleccionan del programa de materia. Su redacción inicia con verbos en infinitivo que indican acciones a ser alcanzadas por el estudiante. Incluyen contenidos determinados
- Recursos: Materiales didácticos, informáticos o económicos necesarios para la realización del proyecto
- Evaluación: Criterios (¿qué se va a evaluar?) e instrumentos (¿cómo se va a evaluar – informe escrito u oral, rubrica, lista de cotejo, etc.)

Por ejemplo, en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad de Montemorelos se propuso como proyecto integrador de segundo semestre la construcción de un programa computacional orientado a objetos que realice los cálculos para la

construcción de modelos matemáticos de un sistema mecánico. El resultado es un prototipo que simula gráficas en dos dimensiones de un fenómeno físico. Son productos del proyecto un programa computacional y un ensayo científico que describe los experimentos y los resultados a divulgar mediante la creación de un sitio web. Para la construcción del sitio web, se propuso la utilización de estándares web.

Las materias involucradas en este proyecto son: Cálculo de Una Variable y Mecánica (de estas materias surge la idea matemática y física del proyecto); Programación Orientada a Objetos (el conocimiento de esta materia sirve para la creación del software); Estándares Web (el conocimiento de esta materia sirve para la creación del sitio web como medio de difusión al utilizar criterios de facilidad de uso en la interfaz de usuario); Taller de Literatura Científica (en esta materia se realiza el estudio de la literatura acerca del modelo matemático sobre el que se realizarán los experimentos); y Desarrollo Personal y Estilo de Vida (esta materia aporta valor a las competencias actitudinales que el estudiante necesita durante el proyecto).

Durante el semestre se realizan cinco entregas del proyecto integrador. En la primera entrega, los estudiantes presentan el problema a resolver y el modelo matemático para resolverlo. En la segunda entrega, los estudiantes entregan el diseño y el código fuente del software. En la tercera entrega, los estudiantes realizan las pruebas y la depuración del software. En la cuarta entrega, los estudiantes entregan el sitio web con el reporte de los resultados. En la última entrega, se realiza una presentación pública del proyecto en la feria de investigación de la facultad. A este evento asisten todos los estudiantes de la facultad y

aun estudiantes de otras facultades.

Asimismo, existen rúbricas para evaluar las entregas. Por ejemplo, con respecto al software codificado, se evalúa la funcionalidad del código, la calidad del software, la claridad y la síntesis al momento de presentar la estructura lógica del software. Asimismo, hay rúbricas para evaluar el sitio web con el reporte de investigación. Cada docente involucrado en el proyecto, de acuerdo con su área de conocimiento, evalúa estos componentes a lo largo del semestre académico.

- *¿Debo comprar SPSS para realizar el análisis de los datos?* IBM SPSS®[10] es un software que se puede considerar como el *Rolls Royce* en el mundo de herramientas para realizar el análisis estadístico de los datos. No obstante, SPSS es muy costoso y por lo tanto es prohibitivo para muchos investigadores en instituciones adventistas. Con el fin de avanzar en la investigación, mi sugerencia es utilizar *R*[11] en lugar de SPSS en el análisis estadístico. De hecho, creo que *R* es un software mucho más poderoso que SPSS y además es libre. Esto significa que no hay que pagar un peso por su instalación, utilización o actualización. Wilcox (2017) realiza una discusión interesante acerca de SPSS y *R*:

> Como probablemente es evidente, el software que utilizamos es clave para obtener información precisa y útil. En la actualidad existen varios paquetes de software populares para analizar datos. Quizás lo más importante a tener en cuenta es que la elección del software puede ser crucial,

[10] https://www.ibm.com/analytics/spss-statistics-software
[11] https://www.r-project.org

> particularmente cuando el objetivo es aplicar métodos nuevos y mejorados desarrollados durante el último medio siglo. Presumiblemente, ningún paquete de software es perfecto, basado en todos los criterios que podrían usarse para juzgarlos, pero los siguientes comentarios acerca de algunas de las posibilidades podrían ayudar. (p. 4)
>
> *El mejor software: R* es posiblemente el mejor paquete de software de análisis estadístico. Además, es gratuito y está disponible en la Web. En *R* se pueden aplicar muchos métodos modernos desarrollados en los últimos años, así como todas las técnicas clásicas. Una característica que hace que *R* sea muy valioso desde una perspectiva de investigación es que un grupo de estadísticos hace un excelente trabajo al agregar y actualizar constantemente rutinas destinadas a aplicar técnicas modernas.
>
> *Software insatisfactorio:* SPSS es sin duda uno de los paquetes de software más populares y de uso frecuente. Pero en términos de proporcionar acceso a los muchos métodos nuevos y mejorados para comparar grupos y estudiar asociaciones, que han aparecido durante el último medio siglo, se le debe dar una calificación baja. Una preocupación adicional es su falta de flexibilidad en comparación con *R* y su alto costo. Algunos métodos modernos se pueden aplicar con SPSS, pero a menudo esta tarea es difícil o prácticamente imposible. (p. 5)

Aparte de R, es recomendable explorar y utilizar los

siguientes paquetes de software: 1) PSPP, un software libre que se parece a SPSS[12]; 2) JASP[13], otro software libre y de código abierto amigable y flexible para realizar análisis estadístico apoyado por la Universidad de Amsterdam; y 3) Jamovi[14], una hoja de cálculo estadístico de tercera generación construida sobre *R* que también es libre (ver la Figura 3.3).

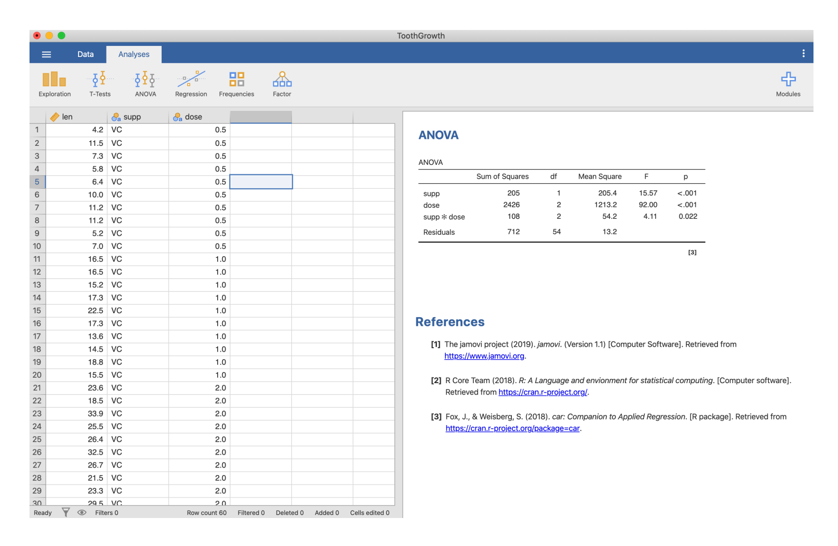


Figura 3.3. Análisis estadístico en Jamovi.

Además, es adecuado utilizar licencias educativas de software propietario de análisis de datos en los cursos. Estas licencias están disponibles sin costo alguno por un tiempo limitado, por ejemplo durante la duración del curso. Este es el caso de Tableau[15] y Alteryx[16]. Al solicitar la licencia, hay que demostrar que uno es profesor de una institución educativa. Estas empresas

[12] https://www.gnu.org/software/pspp/
[13] https://jasp-stats.org
[14] https://www.jamovi.org
[15] https://www.tableau.com
[16] https://www.alteryx.com/

revisan la información profesional y después de un par de días el solicitante puede acceder a la licencia.

- *¿Qué es el consentimiento informado?* El Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ) (2017), un importante instituto de investigación mexicano, define el consentimiento informado de la siguiente forma:

  > El consentimiento informado es un documento informativo en donde se invita a las personas a participar en una investigación. El aceptar y firmar los lineamientos que establece el consentimiento informado autoriza a una persona a participar en un estudio así como también permite que la información recolectada durante dicho estudio, pueda ser utilizada por el o los investigadores del proyecto en la elaboración de análisis y comunicación de esos resultados.

  El Instituto Nacional de Salud Pública del Gobierno de México (s.f.-a) ofrece varias plantillas para la elaboración del consentimiento informado. Vale la pena aclarar que, si la investigación no requiere la participación de personas como objeto de estudio, se puede obviar el consentimiento informado.

Únicamente bajo la dirección del Omnisciente podremos llegar a pensar lo mismo que él cuando estudiemos sus obras.

Elena G. de White

Capítulo 4

Difundir los resultados de la investigación

En el Sermón del Monte, Jesús compartió las siguientes palabras:

> Vosotros sois la sal de la tierra; pero si la sal se desvaneciere, ¿con qué será salada? No sirve más para nada, sino para ser echada fuera y hollada por los hombres. Vosotros sois la luz del mundo; una ciudad asentada sobre un monte no se puede esconder. Ni se enciende una luz y se pone debajo de un almud, sino sobre el candelero, y alumbra a todos los que están en casa. Así alumbre vuestra luz delante de los hombres, para que vean vuestras buenas obras, y glorifiquen a vuestro Padre que está en los cielos (Mateo 5:13-16).

Al contextualizar estas palabras en el caso de nuestra labor como docentes-investigadores, es totalmente claro que es imprescindible compartir con otros los resultados de nuestras investigaciones. Con nuestros hallazgos le daremos «sal» al mundo con soluciones novedosas que resuelvan

problemas relevantes. Asimismo, llevaremos la «luz» del conocimiento a tantos que viven en la obscuridad de la ignorancia. Si cada proyecto de investigación que realizamos, ya sea interno o externo, pequeño o grande, sirve para que alguien salga de la pobreza, se alivie una dolencia, o genere recursos institucionales, ¡el cambio que el mundo experimentaría sería grande!

Al haber realizado algunas investigaciones y tener buenos resultados, el siguiente paso consiste en comunicarlos. Una forma de difusión informal consiste en publicar los resultados de una investigación en *blogs* o aun en *posts* de redes sociales. Esta forma de comunicación puede realizarse fácil y rápidamente, pues los medios tecnológicos están a la mano. No obstante, la difusión informal carece de la rigurosidad en el campo científico al no haberla sometido al escrutinio de expertos investigadores en el área.

En otro escenario, los documentos de los proyectos de fin de carrera, tesinas y tesis, realizadas por nuestros estudiantes graduandos, pueden quedar almacenadas en repositorios de la universidad en donde se labora. Aunque el almacenamiento de estos documentos es un paso necesario dentro del devenir académico, ¿cuántos investigadores tendrán acceso a estos resultados fuera de la institución? y ¿cuántos investigadores citarán estas investigaciones en la construcción de nuevo conocimiento? En las universidades adventistas se están llevando a cabo investigaciones excelentes. Es por esto que una vez se tengan los resultados de la investigación, es adecuado que estos se difundan adecuadamente con el fin de hacer trascender su impacto científico no únicamente dentro de una institución, sino nacional e internacionalmente.

En resumen, hay dos caminos principales de publicación: conferencias y revistas, unas nacionales y otras internacionales, unas malas o regulares y otras buenas o excelentes. De acuerdo con Ling y Yang (2012), en

general los trabajos de investigación pueden clasificarse en términos muy generales en: de primera categoría (digamos el 5 %), muy buenos (5–25 %), buenos (25–50 %) y más o menos (50 %), en función de su novedad y significado. También se pueden clasificar a grandes rasgos las revistas y conferencias científicas en las mismas cuatro categorías en función de muchos aspectos tales como el factor de impacto y la competitividad. En medio de la plétora de posibles escenarios es importante apuntar bien en donde publicar para evitar equivocarse en la elección.

El objetivo de este capítulo consiste en ofrecer ideas que sirvan para mitigar el nerviosismo que puede surgir al llegar al momento de publicar los resultados de una investigación. Aunque también es posible publicar capítulos de libros y libros, este capítulo se enfoca en hablar acerca de artículos en conferencias y en revistas científicas, pues los sistemas nacionales de investigadores ponen cuidado especial en estos dos tipos de publicaciones. Aun cuando este capítulo ofrece ejemplos en el contexto de ciencias de la computación, estos pueden servir de base para la utilización del material presentado en otras áreas del conocimiento.

4.1. Ir de menos a más

En esta sección propongo una ruta que va desde la presentación de resultados de la investigación en conferencias hasta la publicación de artículos en revistas científicas.

Comenzar con la presentación de los resultados en conferencias

La primer sugerencia consiste en comenzar el camino hacia la difusión de las investigaciones presentando los resultados en conferencias nacionales. El propósito de las

conferencias es permitir que los investigadores se reúnan y presenten sus trabajos más recientes, ya sea como artículos o pósters. En el caso de las conferencias en ciencias computacionales, la norma consiste en la presentación de artículos científicos. En el caso de otras disciplinas, por ejemplo en ciencias de la Tierra, es común la presentación de pósters. La ventaja de los artículos sobre los pósters es que los primeros son publicados en las actas del evento (*proceedings*). Las actas contienen todos los artículos aceptados en el evento. Por lo general, las actas se hallan disponibles en la Web para que la audiencia las pueda leer.

Con el fin de publicar en una buena conferencia, primero es necesario conocer si la conferencia está siendo organizada o está avalada por organismos reconocidos en el área (por ejemplo, el IEEE en el área de ingeniería). En segundo lugar, es importante saber si las actas de la conferencia serán publicadas en una editorial de buena reputación y que se podrán citar, por ejemplo, mediante el identificador de objeto digital (DOI, por sus siglas en inglés). Si el artículo es aceptado, los autores a menudo tienen unos 20-25 minutos para presentarlo oralmente en una sesión de la conferencia. Al final de la presentación se dan unos cinco minutos para la realización de preguntas por parte de la audiencia.

Una vez que se tiene la confianza de haber publicado en un evento nacional, sugiero avanzar hacia la publicación en conferencias internacionales, que tienen más visibilidad que las conferencias nacionales. Cuando la idea es interesante y los resultados son contundentes, la comunidad de expertos los aceptará para su publicación, aun sin trabajos previos en el área. Es aconsejable «soñar» con los estudiantes acerca de enviar los resultados de la investigación a conferencias reconocidas en el extranjero. Con la ayuda de Dios, con este objetivo en mente y trabajando con toda la exigencia y rigurosidad del caso, es posible lograr este cometido.

Asimismo, aun si el artículo es rechazado, los comentarios que los revisores envíen junto a la evaluación servirán para perfeccionar la investigación e intentarlo de nuevo. En todo caso, siempre hay que realizar el mejor esfuerzo al enviar la mejor versión del documento en el primer intento con el fin de lograr una buena impresión de entrada.

Con fines ilustrativos, las Figuras 4.1 y 4.2 muestran dos ejemplos de artículos publicados en actas de conferencias internacionales. El artículo en la Figura 4.1 fue publicado en las actas de la *International Software Product Lines Conference* (SPLC) por el IEEE (Alférez y Pelechano, 2011). A su vez, el artículo en la Figura 4.2 fue publicado en las actas de la *International Conference on Model Driven Engineering Languages & Systems* (MODELS) por Springer (Alférez y Pelechano, 2012). La editorial que publica las actas de la conferencia indica la plantilla a utilizar, a una o dos columnas, por ejemplo.

Finalmente, existen clasificaciones de conferencias que pueden ayudar a elegir bien. Por ejemplo, en el caso de ciencias de la computación, la *Computing Research and Education Association of Australasia* (CORE) (2013), ofrece una lista con las calificaciones de conferencias en esta área a nivel mundial. Las calificaciones de CORE van de la calificación A*, en el caso de las conferencias más exigentes con una tasa de aceptación del 4 % hasta la calificación C con una tasa de aceptación de 49 %. Otra iniciativa interesante en el área de la informática es *The GII-GRIN-SCIE (GGS) Conference Rating* (Gruppo di Ingenieria Informatica y Sociedad Científica Informática de España, 2018).

Publicar artículos en revistas

Al tener un conocimiento sólido en el área de investigación y un conjunto de publicaciones en conferencias, el siguiente paso en la difusión de los resultados consiste en

2011 15th International Software Product Line Conference

Context-Aware Autonomous Web Services in Software Product Lines

Germán H. Alférez
Facultad de Ingeniería y Tecnología
Universidad de Montemorelos
Apartado 16-5 Montemorelos N.L. Mexico
e-mail: harveyalferez@um.edu.mx

Vicente Pelechano
Centro de Investigación en Métodos de Producción de Software (ProS)
Universitat Politècnica de València
Camí de Vera s/n, E-46022, Spain
e-mail: pele@dsic.upv.es

***Abstract*—Web services run in complex environments where it is desirable to be able to count on mechanisms to adapt them according to contextual changes. Manual adaptations are unfeasible in intricate service compositions that are built with highly dynamic Web services. However, the principles of Autonomic Computing could support their self-adaptation. In this paper, we propose a method for designing and implementing context-aware autonomous Web services in system families. It is based on Software Product Line (SPL) engineering to support their systematic reuse in mass production environments. Autonomic behavior is achieved by our Model-based Reconfiguration Engine for Web services (MoRE-WS). MoRE-WS leverages variability models at runtime as easy-to-understand and semantically rich adaptation policies for decision-making while the architecture of a Dynamic SPL (DSPL) allows a flexible service recomposition. A case study illustrates the applicability of our method.**

Keywords-software product lines; dynamic software product lines; context-awareness; autonomic computing; Web services; models at runtime

I. Introduction

The Service-Oriented Architecture (SOA) represents an architectural model that aims to improve the agility and cost-effectiveness of a company. Enterprises can plug in new services or upgrade existing ones to address new business requirements thanks to the loosely coupled nature of SOA.

Web services are the most common realization of SOA. They run in heterogeneous and complex environments (e.g. they could run on distributed servers with variable processing and memory capabilities, experience network failures during communication, and be under attack). As a result, it is appropriate to have adaptation mechanisms to reconfigure them according to contextual changes (e.g. access to a Web service running on a slow server could be replaced by accessing another Web service on a faster server to improve the Quality of Service (QoS)). However, it is impractical to assign manual reconfiguration tasks to systems engineers because of the intricacy of today's systems and the large amount of human effort required.

By using the ideas of Autonomic Computing [1], a concept suggested by IBM, we can try to solve this problem using mechanisms for self-configuring, self-optimizing, self-healing, and self-protecting Web services.

In SOA, reusability logic is divided into services with the intention of promoting reuse. However, SOA does not promote prescribed reuse of Web services as Software Product Line (SPL) engineering does [2]. Actually, the systematic reuse of core assets in mass production environments provided by SPL has yielded notable improvements in time-to-market, product quality, productivity, cost schedule, customer satisfaction, and mass customization [3].

In SPLs, products are derived by selecting the features that are part of a product and removing those that are not part of it. We argue that if Web services are characterized by features, then the activation or deactivation of features at runtime could guide the autonomic reconfiguration of service compositions depending on contextual changes (*service composition* is the practice of combining reusable services to meet business needs for enterprise applications).

Our contribution is a method for designing and implementing context-aware autonomous Web services in system families. The production capability is based on reusable models as core assets that form the basis for runtime reconfigurations. At runtime, we propose the Model-based Reconfiguration Engine for Web services (MoRE-WS), which uses variability models (represented as feature models) as adaptation policies to automatically generate and execute a plan to reconfigure service compositions. Flexible architecture updates are possible through Dynamic Software Product Line (DSPL) engineering [4], which binds variation points at runtime to adapt to the current environment as well as to contextual changes.

MoRE-WS is an extension of our previous work called Model-Based Reconfiguration Engine (MoRE) [5]. MoRE translates contextual changes into changes in the activation and deactivation of features at runtime. It has been successfully applied to the smart-home domain, demonstrating its feasibility for self-healing and self-configuring the software that manages the smart home.

The remainder of this paper is organized as follows. In Section II, we present the motivation for our research. Section III presents the scope of our method and its requirements. Section IV describes a case study to prove the applicability of our approach. Section V describes our model-based reconfiguration method for context-aware

978-0-7695-4487-8/11 $26.00 © 2011 IEEE
DOI 10.1109/SPLC.2011.21

IEEE computer society

Figura 4.1. Ejemplo de artículo publicado en las actas de una conferencia (IEEE) (Alférez y Pelechano, 2011).

Dynamic Evolution of Context-Aware Systems with Models at Runtime*

Germán H. Alférez[1] and Vicente Pelechano[2]

[1] Facultad de Ingeniería y Tecnología, Universidad de Montemorelos, Apartado 16-5, Montemorelos N.L., 67500, Mexico
harveyalferez@um.edu.mx

[2] Centro de Investigación en Métodos de Producción de Software (ProS), Universitat Politécnica de Valéncia, Camí de Vera s/n, E-46022, Spain
pele@dsic.upv.es

Abstract. Model-driven techniques have proven to yield significant benefits for context-aware systems. Specifically, semantically-rich models are used at runtime to monitor the system context and guide necessary changes. Under the closed-world assumption, adaptations are fully known at design time. Nevertheless, it is difficult to foresee all the possible situations that may arise in uncertain and complex contexts. In this paper, we present a model-based framework to support the dynamic evolution of context-aware systems to deal with unexpected context events in the open world. If model adaptations are not enough to solve uncertainty, our model-based evolution planner guides the evolution of the supporting models to preserve high-level requirements. A case study about a context-aware Web service composition, which is executed in a distributed computing infrastructure, illustrates the applicability of our framework. A realization methodology and a prototype system support our approach.

1 Introduction

In nature, organisms adapt themselves to be more suitable to an environment. As organisms live in intricate, changing environments, software is executed in complex and heterogeneous computing infrastructures in which a diversity of events may arise (e.g. security threats and server failures). Thus, it is desirable to translate the ideas of adaptation in the natural world to software in order to solve these situations. *Dynamic adaptation* of software behavior refers to the act of changing the behavior of some part of a software system as it executes, without stopping or restarting it [20]. This type of adaptation is particularly important in critical systems that cannot be stopped to implement the adaptations (e.g. software for electronic commerce and banking).

Adaptations are carried out in response to changing conditions in the supporting computing infrastructure and in the surrounding physical environment. Therefore, a requirement for dynamic adaptation is context awareness. The *context* is any information that can be used to characterize the situation of an entity [13]. The information that is

* This work has been developed with the support of MICINN under the project everyWare TIN2010-18011 and co-financed with ERDF.

R.B. France et al. (Eds.): MODELS 2012, LNCS 7590, pp. 70–86, 2012.

Figura 4.2. Ejemplo de artículo publicado en las actas de una conferencia (Springer) (Alférez y Pelechano, 2012).

publicar artículos en revistas científicas. Este fue el caso con Kevin Aguilar, uno de mis estudiantes en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computaciones de la Universidad de Montemorelos.

Al haber trabajado durante varios años en el área de inteligencia artificial con diversos estudiantes de ingeniería, decidí tomar todo el conocimiento adquirido previamente y aplicarlo con Kevin para el descubrimiento de una vía aérea difícil. Una vía aérea difícil se define como la necesidad de tres o más intentos de intubar la tráquea o más de 10 minutos para lograrlo. Aproximadamente, esto ocurre en 1.5 a 8 % de los procedimientos donde se usa anestesia general. La incidencia de la situación de «paciente no intubable» está presente en 1/50,000 pacientes. Asimismo, la falla de la intubación orotraqueal ocurre en 1/2000 casos programados, aumentando a 1/200 casos en salas de emergencia. En mujeres embarazadas, la intubación difícil es del 7,9 %, y en casos de intubación muy difícil, del 2 %. Es por eso que el anestesiólogo debe evaluar la vía aérea del paciente antes de la anestesia para desarrollar un plan apropiado de manejo anestésico.

Trabajamos este proyecto junto con el Dr. Christian Aguilar, director de la Escuela de Medicina de la Universidad de Montemorelos. El artículo resultante fue publicado en una revista de la editorial Springer (Aguilar, Alférez y Aguilar, 2020). En la parte superior del artículo (ver Figura 4.3), se muestran las fechas de su recepción, revisión y aceptación. El proceso completo, desde la recepción del artículo hasta su aceptación, duró unos seis meses.

Discusión acerca de las diferencias entre artículos de conferencia y de revistas

Ling y Yang (2012) presentan varias diferencias entre artículos de conferencias y de revistas. En primer lugar, los

Machine Vision and Applications (2020) 31:4
https://doi.org/10.1007/s00138-019-01055-3

ORIGINAL ARTICLE



Detection of difficult airway using deep learning

Kevin Aguilar[1] · Germán H. Alférez[1] · Christian Aguilar[2]

Received: 30 May 2019 / Revised: 24 September 2019 / Accepted: 6 December 2019

Abstract
Whenever a patient needs to enter the operating room, in case the surgery requires general anesthesia, he/she must be intubated, and an anesthesiologist has to make a previous check to the patient in order to evaluate his/her airway. This process should be done to the patient to anticipate any problem, such as a difficult airway at the time of being anesthetized. In fact, the inadequate detection of a difficult airway can cause serious complications, even death. This research work proposes a mobile app that uses a convolutional neural network to detect a difficult airway. This model classifies two classes of the Mallampati score, namely Mallampati 1–2 (with low risk of difficult airway) and Mallampati 3–4 (with higher risk of difficult airway). The average accuracy of the predictive model is 88.5% for classifying pictures. A total of 240 pictures were used for training the model. The results of sensitivity and specificity were 90% in average.

Keywords Difficult airway · Deep learning · Convolutional neural networks

1 Introduction

One of the biggest fears that anesthesiologists have is to confront a patient with a difficult airway, whether previously diagnosed or in the worst case, unexpectedly. A difficult airway is defined as the need for three or more attempts to intubate the trachea or more than 10 minutes to achieve it [1]. Approximately, it occurs in 1.5–8% of procedures where general anesthesia is used. The incidence of the "non-intubable patient" or "non-ventilatory patient" situation is present in 1/50,000 patients. Likewise, the failure of orotracheal intubation occurs in 1/2000 programmed cases, increasing to 1/200 cases in emergency rooms. In pregnant women, the difficult intubation is 7.9%, and in cases of very difficult intubation, it is 2% [2]. This is why the anesthesiologist must evaluate the patient airway before anesthesia to develop an appropriate plan of anesthetic management [3–5].

Since 1993, the American Society of Anesthesiology (ASA) has published its management guidelines in difficult airway. These guidelines give very specific guidance to the anesthesiologist for the management of these cases. Specifically, these guidelines focus on maintaining good ventilation and oxygenation since a failed intubation can cause an increase in morbidity and mortality [1,6].

Based on this concern for patient safety, modified protocols have been created in which, in the context of the country or hospital, it is proposed to add new devices in the management of airway, checklists or technology that may be useful at the moment of crisis. Although this whole verification system for patient safety is documented, it is a reality that the undervalued difficult intubation either by the specialist's ego, by the lack of supporting devices or simply due to the lack of experience and/or ability of the anesthesiologist [7,8], has made this issue one of the hot topics in any course or conference of anesthesiology worldwide. Difficult airway was, is, and will continue to be a topic to be addressed because of the subjective and objective evaluation of an anesthesiologist in a difficult airway.

In fact, "the ASA Closed Claims reveals that 34% of the demands to anesthetists are related to airway events, and that the difficulty of intubation has been the most common cause of damage since the 90s" [2]. This percentage is high, so

✉ Germán H. Alférez
harveyalferez@um.edu.mx

Kevin Aguilar
kevinaguilar@um.edu.mx

Christian Aguilar
coordmedicina@um.edu.mx, anestesiaguilar@gmail.com

[1] Facultad de Ingeniería y Tecnología, Universidad de Montemorelos, Av. Libertad 1300 Poniente, Barrio Matamoros, 67530 Montemorelos, N.L., Mexico

[2] Escuela de Medicina, Universidad de Montemorelos, Av. Libertad 1300 Poniente, Barrio Matamoros, 67530 Montemorelos, N.L., Mexico

Published online: 21 January 2020

Figura 4.3. Ejemplo de artículo publicado en revista de Springer (Aguilar et al., 2020).

artículos de conferencias tienden a tener un tiempo de revisión más corto que las revistas. Por lo tanto, los artículos de conferencias son adecuados para informar sobre el trabajo más reciente con un progreso rápido. Las conferencias anuales tienen plazos de presentación, mientras que las revistas no[1]. Por lo tanto, los plazos de la conferencia a menudo se toman como puntos de referencia para avanzar en la investigación. Asimismo, los artículos de la revista generalmente son más largos.

Finalmente, el proceso de revisión de un artículo de conferencia es muy diferente al presentado en una revista. La revisión de los artículos de conferencias es un proceso de «una sola vez», lo que significa que los resultados de la revisión no se pueden disputar una vez que se toma la decisión final. Por otra parte, en un artículo de revista los autores a menudo pueden participar en rondas de comunicación con el editor y los revisores cuando el artículo ha sido aceptado con cambios (en la Sección 4.4 se presentan los detalles cuando este es el caso). Este proceso puede durar varios meses hasta que finalmente el artículo es finalmente aceptado o rechazado.

4.2. Mantener la integridad académica

En primer lugar, los resultados experimentales deben ser precisos y veraces. Además, el material, los datos y los resultados deben conservarse durante un período de tiempo después de que el artículo se ha publicado para que otros investigadores tengan la oportunidad de realizar su verificación en el futuro.

[1]La excepción a la regla es que se trate de un número especial (*special issue*) de la revista en algún tema específico. En este caso, la revista indica la fecha límite de envío de los artículos.

Asimismo, es aconsejable evitar el plagio de citas al no citar y acreditar trabajos anteriores que son similares al trabajo propio, inclusive copiando trozos o frases completas de trabajos propios en lo denominado «auto-plagio». Aún cuando se esté parafraseando el texto de otros autores, es necesario citarlo. Si se requiere citar oraciones o párrafos completos, tal como los ha escrito el autor, el texto se puede poner entre comillas y se citan las fuentes. No obstante, recomiendo parafrasear y citar en lugar de abusar de las comillas.

También se considera como plagio la publicación múltiple de contenido igual o muy similar en diferentes conferencias o revistas. Muchas conferencias y revistas piden explícitamente a los autores que envíen solo trabajos originales y prohíben los envíos simultáneos a dos o más lugares. Este problema puede dañar la reputación de los autores de forma considerable y pueden ser incluidos en listas negras que los vetarán para publicar nuevamente. Con el fin de asegurar la originalidad de los escritos, recomiendo la utilización de herramientas tales como Turnitin[2] o iThenticate[3]. En todo momento es importante mantener la integridad académica e inculcarla en nuestros estudiantes, aun en la realización de tareas pequeñas de curso: «El que es fiel en lo muy poco, también en lo más es fiel; y el que en lo muy poco es injusto, también en lo más es injusto» (Lucas 16:10).

4.3. Tener cuidado con las revistas y editoriales depredadoras

En la publicación de revistas hay que tener cuidado con las denominadas revistas y editoriales depredadoras. Estas

---

[2]https://www.turnitin.com/es
[3]http://www.ithenticate.com

son entidades que priorizan el interés propio a expensas de la erudición y se caracterizan por información falsa o engañosa, desviación de las mejores prácticas editoriales y de publicación, falta de transparencia y/o uso de prácticas de solicitud agresivas e indiscriminadas. Las revistas depredadoras son una amenaza a nivel mundial. Aceptan artículos para publicación, junto con los honorarios de los autores, sin realizar las comprobaciones de calidad prometidas para cuestiones como el plagio o la aprobación ética (Grudniewicz et al., 2019). Sorokowski et al. (2017) ofrecen detalles adicionales acerca de este problema.

Recomiendo al lector utilizar la lista de Beall (s.f.) de revistas y editoriales potencialmente depredadoras. Asimismo, recomiendo visitar el sitio web de *Think. Check. Submit* (Acreman et al., s.f.), una iniciativa internacional para ayudar a los investigadores a identificar revistas y editoriales de confianza para publicar sus resultados.

4.4. Escritura adecuada de artículos

La escritura de un artículo científico es un proceso emocionante y a la vez riguroso. El proceso de escritura es emocionante, pues al escribir se están formalizando los resultados de la investigación; es el proceso de transferir al papel todo lo que se ha acumulado en la mente durante varias semanas, meses o años. Por otra parte, el proceso es riguroso, pues todo debe quedar bien escrito y explicado para que el lector comprenda el problema y la solución presentada.

La rigurosidad puede llevar a que la escritura del artículo sea lenta. No obstante, una vez se tome el ritmo, artículo tras artículo, la escritura será más fluida. Por ejemplo, el Dr. Warren A. Shipton, mi amigo y un dedicado investigador adventista australiano, al preguntarle acerca de cuánto tiempo demora en escribir un artículo científico, contestó

que, ya teniendo los resultados de los experimentos, a él le era posible redactar un artículo científico en una semana. ¡Esto es un tiempo récord! No obstante, por lo general, he encontrado que para un joven investigador el proceso de escritura puede tomarle entre uno y varios meses dependiendo de su dedicación.

La escritura clara se da al haber entendido bien el problema abordado y la solución encontrada. Asimismo, es importante escribir siguiendo un proceso iterativo y creciente. Durante diversas iteraciones se escriben nuevas versiones del artículo en las que se van corrigiendo problemas que se encontraron en la versión anterior. El documento se irá incrementando tanto en extensión como en calidad. En el caso de estar trabajando con estudiantes, recomiendo que los profesores reciban y revisen nuevas versiones de los artículos en iteraciones cortas; por ejemplo, de una semana. En la Sección 3.2 doy varias ideas para optimizar el trabajo de investigación con nuestros estudiantes. A continuación ofrezco varias ideas para la escritura adecuada de artículos.

Llevar al lector de la mano

La redacción de las ideas debe llevar al lector «de la mano», de menos a más. Específicamente, el artículo comienza presentando todos los argumentos que apoyan la idea de por qué el problema abordado es importante; en otras palabras, la justificación. Para tal fin, es importante mostrar como la investigación extiende el estado del arte, es decir, los trabajos de otros autores.

Después de haber explicado muy bien el problema, se explican todos los elementos de la solución, comenzando con la visión general de la idea y luego los detalles. Nunca al revés. Una idea no debe aparecer en el escrito sin que antes se haya dado una correcta contextualización de ella. Además, cada concepto se debe explicar desde la primera

vez que se menciona, sin tomar por sentado que el lector debe saber a qué se está refiriendo. También, es importante reconocer que cada artículo es una entidad «encapsulada» o autocontenida. Es decir, el lector debe tener todo lo necesario para entender el problema y la solución en el artículo, evitando que tenga que dirigirse a otras publicaciones para comprender el trabajo.

Asimismo, la «navegabilidad» del documento es de especial cuidado. Por ejemplo, es importante evitar que las figuras o las tablas estén ubicadas en una posición anterior a su primera mención en el texto. También, las figuras y las tablas, de tamaño legible y con su respectiva leyenda, deben estar lo más cercanas a su descripción; si no se puede en la misma página, que sea en la siguiente, con el fin de evitar que el lector tenga que estar pasando páginas para leer su descripción.

Por otra parte, las explicaciones deben ser tan simples (no simplistas) y claras como sea posible. Aquí se aplica el refrán, «a buen entendedor, pocas palabras». Además, con el fin de aterrizar los conceptos clave, recomiendo utilizar figuras y ejemplos (o casos de estudio) tan pronto como sea posible. Por otra parte, sugiero usar un grupo limitado de términos técnicos en el documento y siempre utilizar los mismos términos a lo largo del documento. Aconsejo evitar dejar siglas sin explicar o utilizar términos escritos de diferentes formas en el documento (por ejemplo, con intercambios de mayúsculas y minúsculas). El lector debe quedar con una idea clara acerca de la investigación.

Brindar argumentos sólidos

En la revisión de las diversas versiones del artículo es importante corroborar que todo esté bien argumentado e hilado. Cada aseveración debe ser revisada «con lupa», para evitar huecos argumentativos. Específicamente, cada

aseveración se debe argumentar en términos del porqué y del para qué. De hecho, como revisor de artículos en conferencias y revistas, suelo encontrar faltas de argumentación sólida. Estos huecos argumentativos han generado dudas que me han llevado a rechazar la publicación de artículos.

Tener en mente a los revisores del artículo

En el proceso de escritura recomiendo tener en mente que el documento será evaluado por expertos, por lo general tres. Estos revisores, que siempre son anónimos, dan sus puntajes para calificar la calidad del trabajo, junto con una justificación detallada de sus puntajes. Los puntajes generalmente son enteros entre 1 y 5, o entre 1 y 10.

A continuación se presenta una lista típica de preguntas que los revisores deben responder con puntajes (Ling y Yang, 2012): Utilice un número entero del 1 al 5 para responder cada pregunta a continuación (1 para definitivamente NO, 5 para definitivamente SÍ): 1)¿La investigación y los resultados son novedosos?; 2) ¿Los resultados son significativos?; 3) ¿El artículo es técnicamente sólido?; 4) ¿El artículo está escrito claramente y está bien presentado?; 5) ¿Se debe aceptar el documento?; y 6) ¿Está muy seguro de su revisión?

Las primeras dos preguntas tratan acerca de la novedad y el significado de la investigación. La tercera pregunta trata acerca de la metodología de investigación. Con el fin de obtener una alta calificación en la cuarta pregunta, sugiero revisar una y otra vez la redacción. Las faltas de ortografía y problemas gramaticales son inadmisibles. Asimismo, recomiendo que en el caso de escribir el artículo en inglés, se cuente con la ayuda de alguien experto en ese idioma para que lo revise antes de enviarse para su evaluación y posterior publicación. Una redacción pobre da una mala impresión del documento. También, debido a que

los artículos aceptados en conferencias tienden a publicarse tal y como se han enviado por los autores, se espera que la redacción sea de la más alta calidad.

En la quinta pregunta, el revisor indica si el documento debe ser aceptado, aceptado con cambios (que se espera que los autores realicen en una nueva versión del documento) o rechazado. En caso de que el artículo haya sido aceptado con cambios, se deben realizar todos los cambios y enviar una nueva versión del documento junto con una carta de refutación a los revisores. En dicha carta se presentan en detalle como se realizó cada una de las mejoras en el documento. Aun es recomendable indicar las líneas específicas en el texto en donde se realizaron los cambios para facilitar la labor de los revisores. En caso de no estar de acuerdo con el comentario de algún revisor, en la carta se puede refutar dicho comentario. En la última pregunta, el revisor califica cuán seguro se siente al calificar el artículo con base en sus conocimientos en el área.

En resumen

En resumen, el artículo es un argumento con un tema central: contribuciones novedosas y significativas. Siempre se debe enfatizar y abogar por las contribuciones tan fuertemente como sea posible. Durante el proceso de preparación del artículo es necesario tratar a lo sumo de evitar cualquier situación que lleve al rechazo del artículo. No obstante, aun cuando se haya puesto todo el empeño en el artículo, siempre hay una posibilidad que este sea rechazado. Si este es el caso, esto no quiere decir que una carrera como investigador ha llegado a su fin. De hecho, los comentarios que envían los revisores sirven para mejorar el artículo y volver a intentarlo. ¡La investigación es un proceso iterativo y creciente!

4.5. Refinar el escrito científico de lo general a lo particular

Ling y Yang (2012) recomiendan realizar un refinamiento de los escritos científicos de arriba hacia abajo, lo que significa ir de lo general a lo particular. Este refinamiento se aplica tanto a publicaciones de conferencias y revistas, como a capítulos de libros. Una estructura que va de lo general a lo particular puede facilitar la lectura de los escritos al ver fácilmente las ideas y los resultados principales. Con este fin, propongo seguir los siguientes pasos lógicos que respalden el tema central: 1) mostrar que el problema es importante; 2) aunque existen trabajos previos en el área de investigación, mostrar que estos tienen ciertas debilidades; 3) proponer la nueva teoría/método/diseño/proceso; y 4) probar/demostrar que el trabajo es mejor que los trabajos previos.

En el escrito se debe contar una historia a los lectores y revisores acerca de estos criterios centrales cuatro veces a diferentes niveles de detalle. Es decir, se cuenta la historia en 10 palabras en el título, en 200 palabras en el resumen o *abstract* en inglés, en 1,000 palabras en la introducción y en 5,000 palabras en el cuerpo principal, con niveles crecientes de detalle. Estos cuatro niveles de detalle se describen a continuación con respecto a la descripción dada por Ling y Yang (2012) y ofreciendo ejemplos tomados de uno de mis artículos:

Título

El título del escrito es el nivel más alto de resumen del tema central. Este puede contener de pocas a una docena de palabras. Además, el título debe transmitir un tono positivo y emocionante acerca del escrito. Escribir un buen título es un arte pues sirve para darle al lector una primera

impresión. Es por esto que algunos investigadores experimentados incluso llegan a decir que el título equivale a la mitad del trabajo. Una primera regla general es que el título sea concreto y corto. Otra regla general es asegurarse de que nadie haya publicado anteriormente el mismo título o un título muy similar.

Por ejemplo, el título de uno de mis artículos resalta a primera vista la idea de la investigación realizada (Quiroz y Alférez, 2020): *Image recognition of Legacy blueberries in a Chilean smart farm through deep learning* (Reconocimiento de imágenes de arándanos *legacy* en una granja inteligente chilena mediante aprendizaje profundo). Además, comparto como ejemplo algunos títulos de otros artículos y capítulos de libros que he publicado: «*Detection of difficult airway using deep learning*», «*Achieving autonomic web service compositions with models at runtime*», «*Dynamic adaptation of service compositions with variability models*», «Procesos de negocio auto-adaptables al contexto», «Integración de los modelos de componentes con los modelos de variabilidad» y «Modelos en tiempo de ejecución». Estos son títulos cortos que incluyen conceptos clave de la investigación.

Resumen

El resumen (*abstract*) del escrito contiene unas pocas palabras; por ejemplo unas 200 palabras. Esta sección debe ser un resumen de alto nivel del tema central completo, informando a los lectores acerca del trabajo. El resumen debe ser simple y tener un tono emocionante acerca de la novedad y el significado del trabajo. El resumen comienza con la descripción del problema y sigue con la contribución.

Por ejemplo, a continuación presento el resumen de *Image recognition of Legacy blueberries in a Chilean smart farm through deep learning* (Quiroz y Alférez, 2020) con las respectivas explicaciones de cada una de sus piezas:

(Se empieza con la contextualización del problema) *Agriculture is one of the most important pillars of development in Chile. However, it is expected that around the year 2030 there is going to be a gradual decrease in the number of farmers. Therefore, it is necessary to replace this workforce with technology and mechanization. One way to do this is through smart farms to leverage agricultural production.* **(Se continúa con la contribución)** *The contribution of this research work is a novel approach for deep-learning image recognition of Legacy blueberries in the rooting stage that can be used in smart farms in Chile. Legacy blueberry is a variety of Southern Highbush blueberry. This species constitutes 80 % of the blueberry crops in Chile. Specifically, we propose an image recognition approach based on a convolutional neural network (CNN) to detect the presence of trays with living blueberry plants, the presence of trays without living plants, and the absence of trays.* **(Se termina mencionando brevemente los resultados)** *The average results of the evaluation of the predictive model are as follows: accuracy: 86 %, precision: 86 %, recall: 88 %, and F1 score: 86 %.*

Introducción

La introducción generalmente ocupa en promedio dos páginas. En esta sección se cuenta nuevamente el problema y la contribución extendiendo lo dicho en el resumen. Específicamente, cada argumento en la introducción es un refinamiento de uno correspondiente en el resumen, en el mismo orden. La introducción también debe enfatizar los antecedentes; a saber, por qué el problema es impor-

tante, quién lo ha estudiado, quién debe leer el documento y dónde se han utilizado técnicas similares. La introducción también debe escribirse a alto nivel, evitando los términos y detalles técnicos tanto como sea posible. Ya que los revisores cuentan con poco tiempo para realizar la evaluación del escrito, es importante dar la mejor impresión en el título, el resumen y la introducción. Llamo estas secciones el «abrebocas». Si el revisor no las encuentra atractivas, difícilmente continuará leyendo el resto del escrito. Asimismo, este «abrebocas» le dará buenos puntos positivos al escrito para su posible aceptación durante el proceso de revisión.

Por ejemplo, a continuación presento la introducción en Quiroz y Alférez (2020), con las respectivas explicaciones de cada una de sus piezas:

> **(Se empieza con la contextualización general del problema: la necesidad de aproximaciones tecnológicas en la agricultura chilena)** *Agriculture in Chile has been an important area of development. Until around the mid-seventies it was mainly seen as a means of food production. Today this vision has changed, and agriculture has become one of the cornerstones for the development of the country. However, a gradual abandonment of this area of production by workers is envisioned by the year 2030. Therefore, it is imperative to replace this workforce with technology and mechanization (Carbonell, 2017).*
>
> **(Se continúa contextualizando el problema. Ahora se habla acerca del cultivo de arándanos en chile)** *In Chile, 80 % of the blueberry crops are of the Southern Highbush species (Morales et al., 2017). The production of Legacy blueberries consists of different stages. The first stage is the in vitro micropropagation (within laboratory*

specimens) and the second stage is the rooting ex-vitro. Plants arrive in the ex-vitro stage without roots and with a size of not more than five centimeters. These plants are planted in plastic trays.

(Se continúa contextualizando el problema. En este punto se tratan los problemas específicos en el cultivo de arándanos en el Laboratorio de Micropropagación de la Universidad Adventista de Chile) *The rooting stage is a critical part of the production process. Thus, this stage requires a lot of care and attention. We have experienced during a year, in which micropropagation activity has been carried out at the Laboratory of Micropropagation at Universidad Adventista de Chile (Adventist University of Chile), that the highest percentage of plant losses occurs at the rooting stage (in certain seasons, such as winter and summer, the proportion of plant loss is equal to or greater than 50 % of loss). It has been observed that this fact is directly related to exposure to extreme temperatures such as sub-zero temperatures during winter and temperatures above 30 °C in summer in addition to the low relative humidity of the environment.*

To avoid plant loss, there is an ongoing project at the Laboratory of Micropropagation to automatize the rooting process of Legacy blueberries through an intelligent robotic system that works on plants in trays on a hot bed. In the hot bed, the trays are usually arranged in a fixed position. However, the quantity of the trays may vary when trays are removed. This leaves empty holes in the work area. Also, blueberry plants are randomly planted in the substrate of the trays. Therefore, the robotic system must be able to recognize the

presence and absence of trays and even more, to recognize when a tray no longer contains plants of living blueberries. All of this with the need for saving both water and electricity resources.

The main objective of the Laboratory of Micropropagation is to increase profitability. Therefore, it is very important to reduce losses in the production of blueberry plants because these losses are translated into financial losses. Also, empirically we have observed in the rooting stage that the successful generation, development, and survival of roots of Legacy blueberry plants, is directly connected to the precision of care given to them during the rooting stage.

(Aquí viene la contribución de la investigación) *Our contribution in this work is an image recognition solution based on a convolutional neural network (CNN) to detect the presence of trays with living plants of blueberries of the Legacy variety in the rooting stage, the presence of trays without living plants, and the absence of trays. The characteristics of blueberry plants in the rooting stage are as follows: (1) color: in general, the leaves of blueberry plants vary from green to purple. As the plant withers, its leaves turn brown; (2) size: the size of the plants in the rooting stage can vary from 2 cm to 10 cm in height; and (3) shape: the shape of the leaves is oval or elliptical, with a pointed apex and a length that varies within 1 cm.*

Specifically, this research work has two objectives. First, to create a predictive model by training a CNN using TensorFlow with pictures from the Laboratory of Micropropagation of the Adventist University of Chile to detect through image recog-

nition the presence of trays with living plants of blueberries, the presence of trays without living plants, and the absence of trays. **(La contribución se apoya en los antecedentes)** *A CNN is employed to achieve image recognition because this approach has proven to be very useful and effective for the recognition of images achieving a high percentage of accuracy in the agriculture domain (Deli et al., 2016; Wang et al., 2018; Durmuş et al., 2017; Milioto et al., 2018; Picon et al., 2019; Habaragamuwa et al., 2018; Steinbrener et al., 2019). Moreover, we propose to use TensorFlow as it is a very powerful library of high-performance numerical computing. It is also open source and has a flexible architecture. Our second objective is to evaluate the results obtained from the model in terms of accuracy and cross-validation with new images (not used during training). We expect that our solution could be used in other smart farms in Chile to increase the production of Legacy Blueberries.*

(Se finaliza con una corta descripción de la organización del artículo) *This paper is organized as follows. The second section presents the state of the art. The third section presents the underpinnings of our approach. The fourth section presents the methodology. The fifth section describes the evaluation results. Finally, we present the conclusions and future work.*

Antecedentes

En la sección de antecedentes se presenta la revisión de trabajos anteriores en el área de investigación. Esta es una expansión adicional de lo dicho acerca de los antecedentes

en la introducción. Aquí la clave consiste en demostrar a los lectores que los autores están familiarizados con el estado del arte, para que las contribuciones tengan credibilidad. La revisión de los antecedentes no debe ser larga. Sin embargo, debe establecerse la diferencia entre los trabajos previos y el trabajo presentado. Ya que durante la preparación de la propuesta de investigación se realizó una revisión de la literatura inicial (ver la Sección 2.3), es posible tomar muchas de las referencias previamente estudiadas para armar la sección de antecedentes del artículo.

En la explicación de los antecedentes se muestra como los trabajos previos apoyan ideas clave de la contribución de nuestro trabajo. Además, de forma cortés se pueden explicar los aspectos en los cuales nuestra contribución extiende o mejora estos otros trabajos. En Quiroz y Alférez (2020) presentamos los antecedentes en secuencia, uno después del otro. No obstante, los antecedentes también se pueden organizar en líneas de tiempo o de acuerdo con conceptos, tal como se ejemplifica en la Figura 4.4, que fue tomada de otro artículo (Alférez y Pelechano, 2017). Esta figura sirve para que el lector no se pierda en la explicación de los antecedentes, especialmente cuando se cuenta con muchos trabajos previos.

Debido a que el número de publicaciones científicas relacionadas con nuestro trabajo puede ser grande y va en crecimiento, es difícil mantenerse al día con las tendencias. Es por esto que propongo la utilización de la bibliometría, que cubre el uso de métodos estadísticos para analizar publicaciones cuantitativamente, como una herramienta objetiva y confiable para analizar publicaciones relacionadas con un tema de investigación.

Mediante la bibliometría es posible responder las siguientes preguntas en el tema en el cual se quiera ahondar: ¿cuál es la producción científica anual?, ¿cuáles son las citas promedio por año?, ¿cuáles son las fuentes más relevantes

Table 1
Compendium of primary research works on autonomic service compositions from 2004 to 2016.

Year	Variability constructs at the language level	Broker	Models at runtime	DSPL
2016		Multi-Agent Reinforcement Learning [3], and Trustworthy Stigmergic-based Self-Organization [4]		
2015		MoDAR [5], LIOM [6], and Dynamic Evolution [7]	Requirements-Driven Self-Optimization [8]	
2014		QoS-Gasp [9]		
2013		Chemistry-Inspired Middleware [10]	Runtime Evolution [11]	FM-DAMASCo [12]
2012			MUSIC [13] and MOSES [14]	
2011	Self-Supervising WS-BPEL Processes [15]		SASSY [16], MAESoS [17], and QoSMOS [18]	
2010		Percentile-Based SLAs [19]		SOPL [20]
2009	VxBPEL [21]	BPEL'n'Aspects [22]		CAPucine [23]
2008		VieDAME [24], Transparent Runtime Adaptability [25], and QoS-Aware Binding [26]		
2007	AO4BPEL [27]	Robust-BPEL2 [28], and Paws [29]		
2006	SCENE [30]	WSQoSX [31]		
2005			DySOA [32]	
2004		AgFlow [33]		

Figura 4.4. Ejemplo de organización de los antecedentes en términos del tiempo y conceptos subyacentes. Imagen tomada de Alférez y Pelechano (2017).

y su impacto?, ¿quiénes son los autores más relevantes, su producción a lo largo del tiempo y sus países de procedencia?, ¿cuáles son los documentos más citados? y ¿cuáles son las palabras más frecuentes, la dinámica de las palabras y los temas de tendencia a lo largo de los años?

En el análisis bibliométrico recomiendo utilizar Bibliometrix[4], un software de código abierto basado en R. Bibliometrix admite el flujo de trabajo para realizar el análisis de mapeo científico, incluyendo la recopilación de datos, el análisis de datos y la visualización de datos (Aria y Cuccurullo, 2017). Por ejemplo, mediante Bibliometrix me fue posible descubrir rápidamente los artículos más citados en el área de «*machine learning*» y «*geochemistry*» (ver Figura 4.5) y el análisis de la estructura conceptual (ver Figura 4.6) de artículos listados en Scopus[5], una base de datos bibliográficos de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas.

[4]https://www.bibliometrix.org
[5]https://www.scopus.com

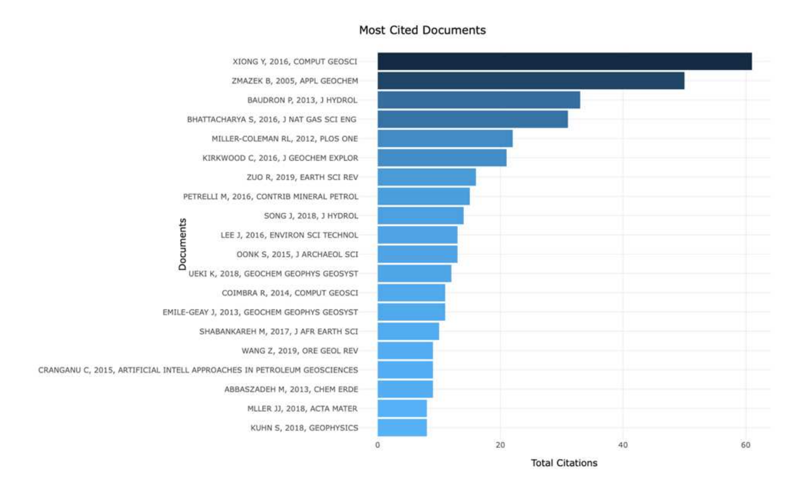


Figura 4.5. Artículos más citados en Scopus en las áreas de *machine learning* y *geochemistry*. Gráfica generada por Bibliometrix.

Secciones del trabajo

En estas secciones se describe el trabajo de la investigación. Estas secciones describen en detalle las nuevas teorías, métodos o procesos y por qué son significativos; es decir, por qué son mejores que los antecedentes. El objetivo es presentar la idea general primero y luego irla desgranando en ideas particulares. Con este fin, sugiero comenzar con una sección en donde se muestre el panorama general de la contribución en lugar de comenzar explicando los detalles. En dicha sección, vale la pena incluir y describir una figura que muestre las piezas subyacentes de la solución. Por ejemplo, la Figura 4.7 sirve para que el lector entienda primero el panorama general de la propuesta antes de explicar cada una de las piezas dentro de cada fase (Alférez et al., 2014).

En la descripción de la contribución, primero se crean secciones de alto nivel para describir las ideas a alto nivel y luego se escriben sub-secciones de bajo nivel para describir los detalles técnicos. El refinamiento de lo general a



Figura 4.6. Análisis de la estructura conceptual de los artículos en Scopus en las áreas de *machine learning* y *geochemistry*. Gráfica generada por Bibliometrix.

lo particular también se aplica a cada párrafo. A menudo un párrafo comienza con una oración de resumen y luego se elabora esta oración mostrando los detalles en el resto del párrafo. También, las oraciones deben ser cortas, simples y «al grano». Asimismo, cada oración y cada párrafo deben estar bien hilados con conectores de continuación de idea, tales como: 1) *demostrativos*: por ejemplo, «de este modo», «para tal efecto», «debido a esto» y «por ejemplo»; 2) *de comparación o contraste*: por ejemplo, «por otra parte», «pero», «sin embargo», «no obstante», «aunque», «aun cuando» y «mientras tanto»; 3) *continuación de ideas*: por ejemplo, «por lo tanto», «entonces», «asimismo», «además», «en efecto», «así pues», «es así como», «al mismo tiempo» y «en ese mismo contexto»; y 4) *conclusivos*: por ejemplo,

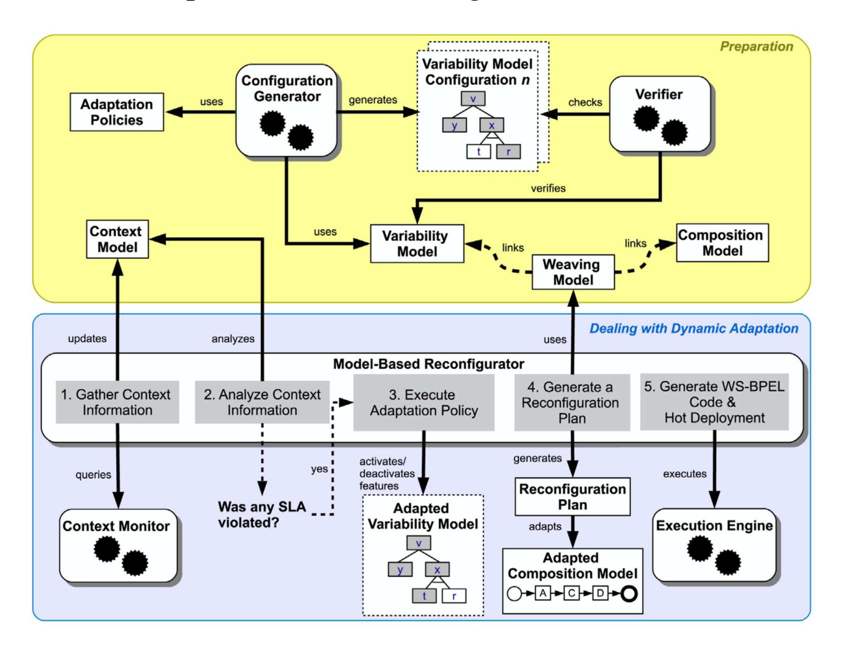


Figura 4.7. Ejemplo de figura que sirve para mostrar el panorama general de la contribución. Imagen tomada de (Alférez et al., 2014).

«por último», «en conclusión», «en resumen», «finalmente», «para terminar» y «en último lugar».

Una de las secciones más importantes en la explicación de la contribución es el marco conceptual, que presenta los conceptos subyacentes del trabajo presentado. En algunos casos, esta sección se puede colocar antes o después de la sección de antecedentes. La decisión depende de la organización que mejore la legibilidad y el interés del lector.

Con el fin de facilitar la descripción del marco conceptual, propongo comenzar con la inclusión de un mapa conceptual con todos los conceptos que sirven de fundamento para la investigación (por ejemplo, ver la Figura 4.8). A continuación se explica cada uno de estos conceptos. En el caso de presentar una publicación en un escenario en el cual los lectores conocen muy bien ciertos conceptos,

no es necesario explicarlos en esta sección pues estos se sobreentienden.

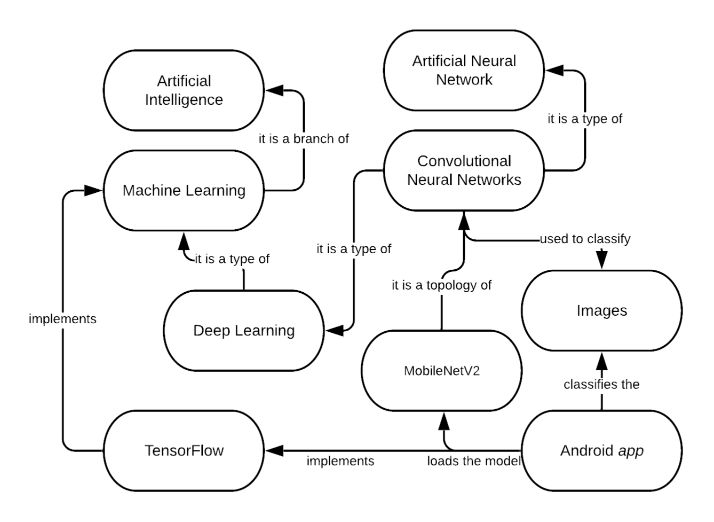


Figura 4.8. Ejemplo de mapa conceptual tomado de Aguilar et al. (2020).

Conclusión y trabajo futuro

Después de describir las contribuciones, al final del escrito se incluye una sección de conclusiones y de trabajo futuro. En la conclusión se vuelve a contar a alto nivel la historia presentada en el escrito. Esta sección puede ser similar al resumen. Asimismo, se debe escribir en tiempo pasado pues los resultados ya fueron presentados. En el trabajo futuro, que puede estar compuesto por uno o dos párrafos, se muestran los puntos en los cuales esperas extender la investigación en otros trabajos de investigación. Una investigación nunca termina. Simplemente es un peldaño hacia nuevos trabajos.

4.6. Utilizar las herramientas adecuadas

La decisión de las herramientas a utilizar en la escritura y la edición del artículo puede resultar en un gran ahorro de tiempo y esfuerzo. Esta decisión puede depender de gustos y del conocimiento de las herramientas. Por ejemplo, conozco investigadores que utilizan satisfactoriamente Microsoft® Word en la preparación de sus escritos científicos. Este es un software muy popular de uso general y de fácil utilización en la escritura de documentos. Asimismo, ciertas instituciones educativas o editoriales proveen plantillas en Microsoft® Word sobre las cuales trabajar el documento. También, existen aplicaciones para la gestión de referencias bibliográficas tales como Zotero[6] o Mendeley[7] que se pueden utilizar dentro de Microsoft® Word.

Por otra parte, conozco investigadores que prefieren la utilización de LaTeX[8] en la escritura de sus documentos científicos. LaTeX es un sistema de creación de textos con una alta calidad tipográfica. LaTeX incluye características diseñadas para la producción de documentación técnica y científica. Además, es el estándar de facto para la comunicación y publicación de documentos científicos. LaTeX está disponible como software libre. Aunque este sistema es muy potente, su curva de aprendizaje puede ser alta.

En mi caso, en la escritura de documentos científicos utilizo LyX[9] (ver la Figura 4.9). De hecho en la preparación de este libro utilicé LyX para enfocarme en escribir mientras que LyX se encargó de presentar el documento de forma elegante.

LyX es un procesador de documentos con un enfoque

[6]https://www.zotero.org

[7]https://www.mendeley.com

[8]https://www.latex-project.org

[9]https://www.lyx.org/WebEs.Home

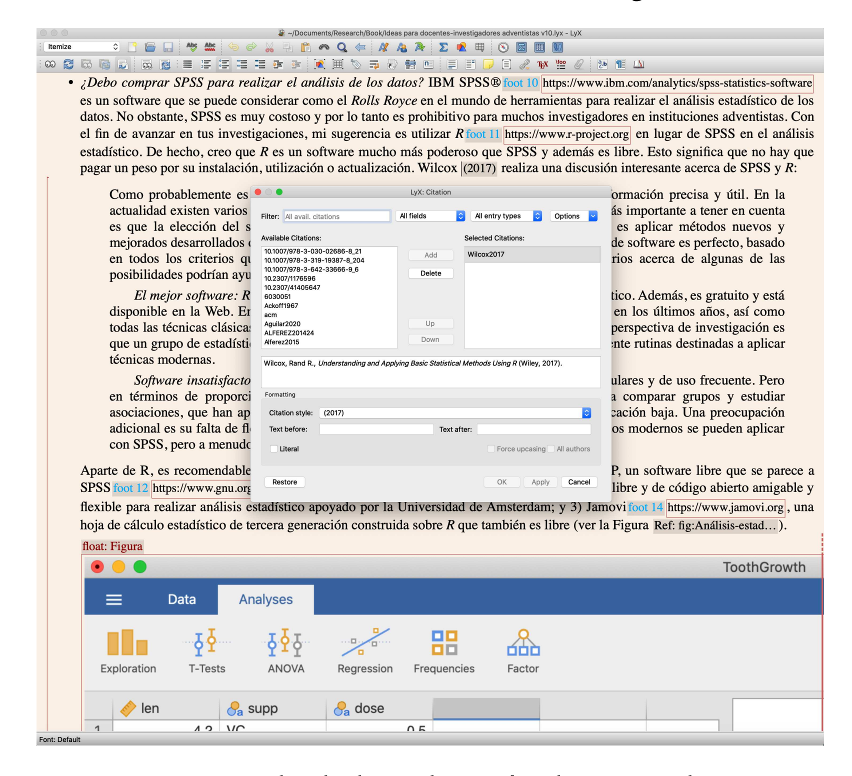


Figura 4.9. Ejemplo de la utilización de LyX en la preparación de este libro.

de escritura basado en la estructura de los documentos. LyX combina el poder y la flexibilidad de TEX o LATEX con la facilidad de uso de una interfaz gráfica. Esta combinación da como resultado la creación de contenido matemático a través de un editor de ecuaciones integrado y de documentos estructurados como artículos académicos, tesis y libros. LyX incorpora una amplia gama de diseños de documentos listos y bien diseñados. En la pantalla, LyX se parece a cualquier procesador de textos, por ejemplo a Microsoft® Word. El documento resultante está en formato PDF. No obstante, los documentos también se pueden exportar a LATEX o a HTML. LyX es un software libre y de código abierto disponible en varios idiomas. En su sitio web, LyX ofrece un

tutorial paso a paso en español[10].

Asimismo, en mi caso utilizo JabRef[11] para administrar las referencias bibliográficas (ver la Figura 4.10). JabRef es un software de escritorio de código abierto. El formato de archivo nativo utilizado por JabRef es BibTeX. Los archivos con extensión .bib, de BibTeX, que se crean en JabRef se pueden importar fácilmente en LyX.

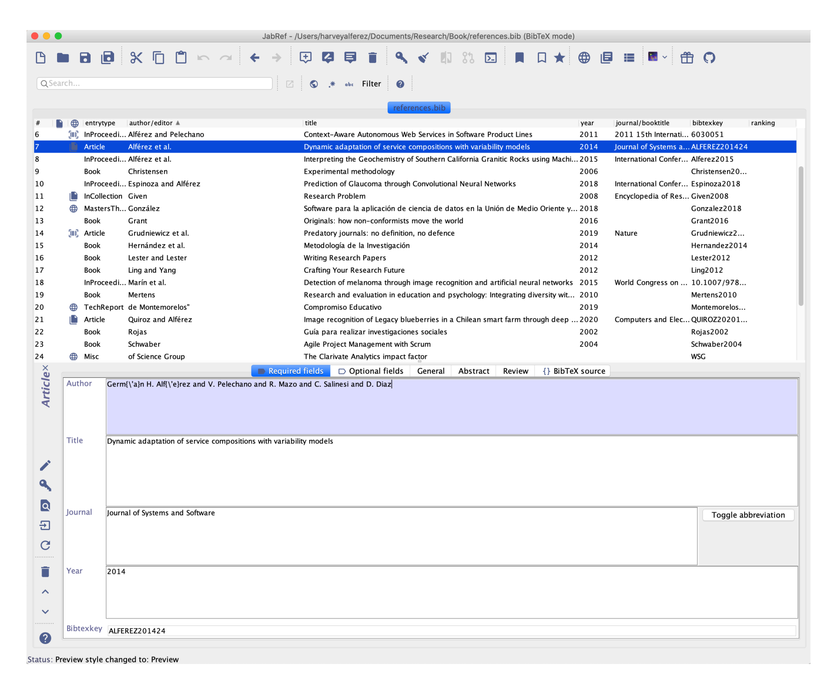


Figura 4.10. Ejemplo de archivo .bib en JabRef con las referencias bibliográficas utilizas en este libro.

4.7. Crear presentaciones atractivas

Al presentar la investigación en algún evento científico, aparte de haber escrito un excelente documento, es necesa-

[10]https://www.lyx.org/WebEs.Walkthrough

[11]https://www.jabref.org

rio contar con una presentación que llame la atención de los asistentes. En diversos eventos he visto que el auditorio se torna distraído o aun incómodo con presentaciones que, aunque tienen ideas interesantes, son aburridoras, poco atractivas o mal estructuradas. Con el fin de evitar esta situación, recomiendo ver las presentaciones de TED[12], que son unas de las mejores presentaciones que se pueden encontrar en la Web. Estos ejemplos pueden ayudar a pulir el estilo y a mejorar las presentaciones.

Según Paul Jurczynski, asesor de presentaciones TED, vivimos en una cultura visual y esta tendencia ha llegado a las presentaciones. Él dice que no hay un número correcto de diapositivas. Sin embargo, es importante que todas las diapositivas a presentar estén «conectadas con la historia que se está contando». Jurczynski (citado en Miller, 2019) brinda seis consejos con ejemplos reales de presentaciones en TED para llevar las presentaciones a un siguiente nivel.

En primer lugar, Jurczynski menciona que el mayor error en las presentaciones es que estas estén abarrotadas de información. La regla de oro es tener una idea por diapositiva. En segundo lugar, invita a escoger los colores y las fuentes con cuidado. La idea es adherirse a una sola paleta de colores y utilizar una o dos fuentes. En tercer lugar, Jurczynski sugiere no conformarse con clichés visuales. En otras palabras, cuando se intenta ilustrar conceptos, es aconsejable ir más allá de la primera idea que pasa por la mente. Además, es recomendable utilizar fotografías propias en la presentación. En cuarto lugar, en términos de visualización de datos, menos es más. Al construir gráficos, es aconsejable formular las siguientes preguntas: ¿con qué quiero que la audiencia se quede al ver este gráfico?, ¿por qué es importante para ellos saberlo? y ¿cómo se relaciona con mi historia o mensaje general? En quinto lugar, es aconsejable evitar el miedo de las diapositivas en blanco

[12]https://www.ted.com

en momentos en los cuales no se quiere que la gente se distraiga con lo que ve en las diapositivas. O bien, se pueden usar para darle al público un descanso visual de una serie de diapositivas. O tal vez se quiera cambiar el estado de ánimo o el ritmo de la presentación. Finalmente, Jurczynski sugiere practicar la presentación. Propone invitar a un colega, amigo o familiar, para repasar toda la presentación con alguno de ellos. En mi caso, aun suelo practicar varias veces la presentación solo, frente al espejo. Voy autogestionando mis avances, corrigiendo errores y manejando el tiempo. De esta forma, llego al momento de la presentación real sin nervios y seguro de lo que voy a decir.

4.8. Respuestas a preguntas relacionadas con la difusión de resultados

Para finalizar este capítulo, comparto las respuestas a preguntas relacionadas con la difusión de resultados de investigación:

- *¿Se pueden enviar artículos de conferencia «extendidos» a revistas?* Sí, es posible hacerlo. En dado caso, es posible añadir al menos un 30 % de material nuevo. Ese material suele estar compuesto por más resultados experimentales, algunos aspectos teóricos añadidos, y más discusiones y comparaciones con respecto a los antecedentes. Se recomienda escribir una carta al editor (*cover letter*) explicando lo que es nuevo respecto a lo publicado en la conferencia.

- *¿Cuáles son los costos de publicación de artículos en conferencias y revistas?* El costo de una conferencia se

incrementa a medida que aumenta su impacto y su reconocimiento. En mi caso, he participado en conferencias que cuestan unos $700 dólares americanos y a otras que cuestan $2,000 dólares o más. Estos costos solamente incluyen el derecho de presentar el artículo (de aparecer en el programa del evento) y de incluir el artículo en las actas. Aparte de estos costos, hay que pensar en los costos de transporte, hospedaje y alimentación durante el evento. En términos de alimentación, las conferencias suelen ofrecer por lo menos una comida al día y un banquete durante el evento para socializar y crear vínculos con otros investigadores.

Por otra parte, publicar en algunas revistas científicas cuesta dinero (que en algunos casos es mucho) y en otras no. Recalco que hay revistas científicas de gran reconocimiento en donde no cuesta dinero publicar (por ejemplo, en editoriales de prestigio tales como Elsevier o Springer). En caso de carecer de recursos financieros para publicar, recomiendo buscar revistas que no cobren por su publicación.

En la actualidad hay una tendencia de las revistas a ofrecer la opción de acceso abierto (*open access*). Si se elige esta opción, los autores pagan por este derecho y así el artículo se ofrece de forma abierta a cualquier persona que lo quiera leer. La ventaja del acceso abierto consiste en que la visibilidad del artículo aumenta al ofrecerlo de forma gratuita.

- *¿Pagan por publicar en conferencias o revistas?* La respuesta es no. Si no pagan, ¿entonces para qué tanto trabajo? En primer lugar, la investigación es un medio poderoso de testificación en el mundo científico. Al investigar, se puede acceder a círculos que de otra forma difícilmente se podría entrar. Por otra parte, si el ob-

jetivo del docente-investigador es pertenecer a algún sistema gubernamental de investigadores (por ejemplo, el CONACYT de México), estos sistemas exigen y evalúan la calidad de las publicaciones científicas realizadas.

- *¿Es mejor la calidad o la cantidad de publicaciones científicas?* Lo más importante es la calidad de las publicaciones. Es posible tener un número pequeño de publicaciones, pero si estas fueron publicadas en conferencias o revistas de alto impacto, contarán por mucho.

- *Aparte de los artículos científicos, ¿qué otros medios de difusión se pueden utilizar para compartir los resultados?* Aparte de las revistas científicas, también existen revistas de difusión/divulgación científica en las cuales también se pueden compartir los resultados. El objetivo de las revistas de difusión/divulgación es transmitir al público general, en lenguaje sencillo y accesible, información sobre áreas actuales de interés popular. Por ejemplo, el CONACYT (s.f.) comparte en su sitio web el índice de las revistas mexicanas de divulgación científica y tecnológica.

  Por otra parte, como se menciona en la introducción de este capítulo, los resultados de una investigación se pueden compartir informalmente en *blogs* o en las redes sociales. En caso de hacerlo, hay que tener en cuenta que hay personas que pueden tomar la idea de la investigación en estos medios y aprovecharla para su publicación formal en alguna conferencia o revista. Es por esto que recomiendo publicar primero en una conferencia o revista científica y luego difundir los pincelazos de los resultados, junto con sus respectivas referencias bibliográficas, en *blogs* o redes sociales para que más personas conozcan los resultados.

Aparte de los *blogs* y las redes sociales, también es posible utilizar seminarios web (*webinars*) para compartir conocimiento. El uso de este tipo de seminarios se popularizó durante la contingencia causada por el COVID-19.

Las ferias de investigación universitaria son otro medio de difusión muy utilizado en varias universidades adventistas. Por lo general, estas ferias se realizan en una fecha cercana al cierre del ciclo escolar. En ellas, los estudiantes y profesores presentan los resultados de sus investigaciones, mayormente en formato de póster. Por ejemplo, durante la contingencia por el COVID-19, cada estudiante graduando de la Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de Montemorelos transmitió en línea por YouTube la presentación de su proyecto de fin de carrera. Estudiantes de otros semestres y egresados asistieron a este evento de un día. Asimismo, los videos de la presentación en extenso de las investigaciones se compartieron en el sitio web de la facultad.

Los *podcasts* también se pueden utilizar para difundir ideas. Un *podcast* es un programa que se hace disponible en formato digital para ser descargado automáticamente en la Web. Existe una gran cantidad de plataformas de distribución de *podcasts*. En la grabación de podcasts recomiendo utilizar Audacity, una plataforma libre de edición de audio[13].

En los últimos años se han popularizado los *youtubers*, que son personas que crean y suben videos a YouTube. Aprovechando la popularidad de YouTube, también es posible difundir ideas de forma sencilla en videos cortos en esta plataforma.

[13]https://www.audacityteam.org

- *¿Qué tipo de trabajos de investigación evalúan los sistemas de investigadores gubernamentales?* Estos sistemas tienden a preferir los artículos publicados en revistas eruditas que los artículos publicados en conferencias. Asimismo, aunque estos sistemas pueden requerir información acerca de artículos en revistas de difusión, estas publicaciones tendrán poco peso en la evaluación con respecto a artículos en revistas científicas que han sido evaluados por expertos en el área.

- *¿A qué hora puedo escribir artículos cuando a duras penas tengo tiempo para preparar mis clases?* Como docente en una institución adventista, es muy poco probable contar con un tiempo específico a la semana para escribir. No obstante, cualquier sacrificio vale la pena cuando se tiene la convicción de la importancia de la investigación en nuestras instituciones adventistas. Es importante recordar que *investigar es una carrera, no un trabajo.*

- *¿Cuál es el orden de los autores en los artículos científicos?* Por lo general, el autor que «ha puesto los bloques» del artículo es quien debe aparecer como primer autor, es decir, quien ha hecho la mayor contribución. El asesor de la investigación, quien «ha dirigido la obra», aparece como segundo autor. Otros coautores, que han dado ideas/sugerencias o escrito algunas secciones del artículo, aparecen como terceros coautores.

- *¿A quién pertenecen los derechos de autor de la investigación y de las publicaciones?* Los derechos de autor de la investigación pertenecen a la institución en donde se realizó la investigación. En todo caso, el nombre del docente y el nombre de los colaboradores que trabajaron en la investigación deben estar asociados a las publicaciones resultantes de la investigación. Por

otra parte, el autor o algún colaborador (por ejemplo, los estudiantes) *no* pueden sacar provecho financiero personal de la investigación. Los recursos generados por la investigación entran al grupo de investigación o a la institución en donde se labora. En el caso de las publicaciones, los autores ceden los derechos del artículo a la editorial para que ésta pueda distribuirlo.

- *¿Cómo identificar de forma única a los autores?* Los identificadores científicos de autor han surgido para favorecer la visibilidad de los autores y de sus centros de investigación. Entre estos identificadores se destacan ORCID[14], *Researcher ID*[15], *Scopus Author ID*[16] o *Google Scholar Citations*[17].

[14]https://orcid.org
[15]https://www.researcherid.com
[16]https://www.scopus.com
[17]https://scholar.google.com.mx/schhp?hl=en

Encomienda a Jehová tus obras, y tus pensamientos serán afirmados.

Salomón

Capítulo 5

Conclusiones

En este libro presenté una introducción práctica a la investigación en universidades adventistas. El fin último que persigo es que todos los docentes adventistas lleguen a ser docentes-investigadores. Con este fin, en primer lugar, presenté un llamado a testificar mediante la investigación y enfaticé la idea de que la investigación se puede considerar un altar moderno. Luego, presenté criterios para generar la idea inicial. Esta idea debe responder a un problema relevante e interesante. A continuación mostré la importancia de la estrategia de enseñanza basada en proyectos como el motor para el desarrollo de las investigaciones en el salón de clases. Asimismo, invité a trabajar en equipo con nuestros estudiantes y otros investigadores. Finalmente, presenté ideas prácticas acerca de como difundir los resultados de la investigación. En todos los capítulos presenté ejemplos tomados de mis vivencias como investigador. Además, incluí secciones con preguntas y respuestas acerca de los temas presentados en cada capítulo.

En esta obra transmití todo aquello que a mí me ha funcionado como docente-investigador con el fin de animar a otros docentes en universidades adventistas a investigar. Es por esto que decidí escribir esta obra en primera persona.

Con oración, disciplina y gusto por la investigación estoy seguro de que es posible fortalecerse en la dimensión de investigador en la carrera docente. Los estudiantes y la sociedad lo agradecerán.

Recomiendo pedir la dirección divina en el emprendimiento de nuevos proyectos de investigación (Proverbios 3:6, Juan 14:26, Santiago 1:5). Además, sugiero llenar la mente con ideas nuevas cada día al observar la realidad con una nueva perspectiva (Job 12:7). Asimismo, es importante no desfallecer en momentos en los que se tengan dudas acerca del progreso de la investigación. En esos momentos, ¡se debe avanza por fe!

Después de haber leído esta obra introductoria en el mundo de la investigación, recomiendo leer otros libros que también pueden dar ideas prácticas acerca de como investigar (Dunleavy, 2003; Feibelman, 2011; Gosling y Noordam, 2011; Ling y Yang, 2012; Petre y Rugg, 2010). Aunque estos libros mayormente se enfocan en doctorandos, ofrecen una visión amplia para todos aquellos que quieren investigar. Asimismo, recomiendo leer libros de metodología de la investigación que describan exhaustivamente la filosofía, los conceptos y los procesos inherentes de la investigación.

Finalmente, me encantaría escuchar tus experiencias como docente-investigador. Contáctame en:

harveyalferez@um.edu.mx ✉
www.harveyalferez.com ⊕

Referencias

Ackoff, R. (1967). *The design of social research*. University of Chicago.

Acreman, B., Bequet, G., Bjørnshauge, L., Stephan, K., Ferwarda, E., Harris, S., McKay, M., Mitchell, D., Redhead, C., Ridgeway, N. y Wennström. (s.f.). *Think. check. submit.* https://thinkchecksubmit.org

Aguilar, K., Alférez, G. H. y Aguilar, C. (2020). Detection of difficult airway using deep learning. *Machine Vision and Applications*, *31*. https://doi.org/10.1007/s00138-019-01055-3

Alférez, G. H. (2015). Big data for reaching a big world. *Adventist Review*, *192*(11), 47-51.

Alférez, G. H., Jiménez, J., Hernández-Navarro, H., González, M., Domínguez, R., Briones, A. y Hernández-Villalvazo, H. (2016). Application of data science to discover the relationship between dental caries and diabetes in dental records. En H. R. Arabnia, L. Deligiannidis, G. Jandieri, A. M. G. y F. G. Tinetti (Eds.), *International Conference on Health Informatics and Medical Systems: The 2016 WorldComp International Conference Proceedings* (pp. 176–181). CSREA Press.

Alférez, G. H. y Pelechano, V. (2011). Context-aware autonomous web services in software product lines. En *2011 15th international software product line conference* (pp. 100–109). https://doi.org/10.1109/SPLC.2011.21

Alférez, G. H. y Pelechano, V. (2012). Dynamic evolution of context-aware systems with models at runtime. En R. B. France, J. Kazmeier, R. Breu y C. Atkinson (Eds.), *Model driven engineering languages and systems* (pp. 70–86). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33666-9_6

Alférez, G. H. y Pelechano, V. (2017). Achieving autonomic web service compositions with models at runtime. *Computers & Electrical Engineering*, *63*, 332–352. https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2017.08.004

Alférez, G. H., Pelechano, V., Mazo, R., Salinesi, C. y Diaz, D. (2014). Dynamic adaptation of service compositions with variability models. *Journal of Systems and Software*, *91*, 24–47. https://doi.org/10.1016/j.jss.2013.06.034

Alférez, G. H., Rodríguez, J., Clausen, B. y Pompe, L. (2015). Interpreting the geochemistry of Southern California granitic rocks using machine learning. En D. de la Fuente, R. Dziegiel, E. B. Kozerenko, P. M. LaMonica, R. A. Liuzzi, J. A. Olivas y T. Waskiewicz (Eds.), *Proceedings of the 2015 International Conference on Artificial Intelligence (ICAI)* (pp. 592–598). CSREA Press. http://worldcomp-proceedings.com/proc/p2015/ICA2786.pdf

Allen Institute for AI. (s.f.). *CORD-19, COVID-19 open research dataset*. https://www.semanticscholar.org/cord19

Aria, M. y Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, *11*(4), 959–975. https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007

Beall's list of potential predatory journals and publishers. (s.f.). https://beallslist.net/

Bissex, G. (1986). On becoming teacher experts: What's a

teacher-researcher? *Language Arts*, *63*(5), 482–484. http://www.jstor.org/stable/41961548

Buckingham, B. (1926). *Research for teachers*. Silver Burdett and Company.

Christensen, L. (2006). *Experimental methodology*. Allyn & Bacon.

Clarivate. (s.f.). *The clarivate analytics impact factor.* https://clarivate.com/webofsciencegroup/essays/impact-factor/

Cochran-Smith, M. y Lytle, S. L. (1990). Research on teaching and teacher research: The issues that divide. *Educational Researcher*, *19*(2), 2–11. https://doi.org/10.3102/0013189X019002002

Cohen, J. P., Morrison, P., Dao, L., Roth, K., Duong, T. Q. y Ghassemi, M. (2020). Covid-19 image data collection: Prospective predictions are the future. *arXiv 2006.11988*. https://github.com/ieee8023/covid-chestxray-dataset

COLCIENCIAS. (s.f.). *¿Qué es un grupo de investigación?* https://legadoweb.minciencias.gov.co/faq/ques-un-grupo-de-investigaci-n.

Computing Research and Education Association of Australasia. (2013). *Computer research & education conference portal.* http://portal.core.edu.au/conf-ranks/

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Gobierno de México. (s.f.). *Indice de revistas mexicanas de divulgación científica y tecnológica.* https://www.conacyt.gob.mx/index.php/comunicacion/indice-de-revistas-mexicanas-de-divulgacion-cientifica-y-tecnologica

Dunleavy, P. (2003). *Authoring a PhD: How to plan, draft, write and finish a doctoral thesis or dissertation*. Palgrave Macmillan.

Feibelman, P. J. (2011). *A PhD is not enough!: A guide to survival in science*. Basic Books.

González Hernández, C. M. (2018). *Software para la aplicación de ciencia de datos en la Unión de Medio Oriente y Norte de Africa: caso de estudio en Iraq* (Tesis de maestría, Universidad de Montemorelos). http://dspace.biblioteca.um.edu.mx/xmlui/handle/20.500.11972/545

Gosling, P. y Noordam, L. D. (2011). *Mastering your PhD: Survival and success in the doctoral years and beyond* (2a ed.). Springer.

Grant, A. (2016). *Originals: How non-conformists move the world*. VIKING.

Gray, J. (1999). *What next? A dozen information-technology research goals.* https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/1283920.2159561

Grudniewicz, A., Moher, D., Cobey, K. D., Bryson, G. L., Cukier, S., Allen, K., Ardern, C., Balcom, L., Barros, T., Berger, M., Ciro, J. B., Cugusi, L., Donaldson, M. R., Egger, M., Graham, I. D., Hodgkinson, M., Khan, K. M., Mabizela, M., Manca, A., . . . Lalu, M. M. (2019). Predatory journals: No definition, no defence. *Nature, 576*, 210-212. https://doi.org/10.1038/d41586-019-03759-y

Gruppo di Ingenieria Informatica y Sociedad Científica Informática de España. (2018). *The GII-GRIN-SCIE Conference Rating.* http://gii-grin-scie-rating.scie.es

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill.

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. (2017). *¿Qué es el consentimiento informado?* https://www.incmnsz.mx/opencms/contenido/investigacion/comiteEtica/consentimiento_inf.html

Instituto Nacional de Salud Pública, Gobierno de México. (s.f.-a). *Consentimiento informado.* https://www.insp.mx/insp-cei/consentimiento-informado.html

Instituto Nacional de Salud Pública, Gobierno de México. (s.f.-b). *Diabetes, causa principal de muerte en México.* https://www.insp.mx/presencia-insp/diabetes-causa-muerte-mexico.html

Instituto Nacional de Salud Pública, Gobierno de México. (s.f.-c). *Informe mundial sobre la diabetes.* https://www.insp.mx/avisos/3652-diabetes-en-mexico.html

Ling, C. X. y Yang, Q. (2012). *Crafting your research future: A guide to successful master's and Ph.D. degrees in science & engineering*. Morgan & Claypool. https://doi.org/10.2200/S00412ED1V01Y201203ENG018

Marín, C., Alférez, G. H., Córdova, J. y González, V. (2015). Detection of melanoma through image recognition and artificial neural networks. En D. A. Jaffray (Ed.), *World congress on medical physics and biomedical engineering* (pp. 832–835). Springer.

Mertens, D. (2010). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods* (3a ed.). Sage.

Might, M. (2010). *The illustrated guide to a Ph.D.* http://matt.might.net/articles/phd-school-in-pictures/

Miller, A. (2019). *6 dos and dont's for next-level slides, from a TED presentation expert.* https://ideas.ted.com/6-dos-and-donts-for-next-level-slides-from-a-ted-presentation-expert/

National Institutes of Health. (2016). *Definitions of criteria and considerations for SBIR-STTR critiques.* https://grants.nih.gov/grants/peer/critiques/sbir-sttr.htm#sbir-sttr_01

Organización Mundial de la Salud. (2016). *Informe mundial sobre la diabetes.* https://www.who.int/diabetes/global-report/es/

Parra Moreno, C. (2004). Apuntes sobre la investigación formativa. *Educación y Educadores*, *7*, 57-

77. https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/549

Patterson, L., Minnick Santa, C., Short, K. G. y Smith, K. (Eds.). (2002). *Los maestros son investigadores: reflexiones y acciones*. Trillas.

Petre, M. y Rugg, G. (2010). *The unwritten rules of PhD research* (3a ed.). McGraw-Hill.

Quiroz, I. A. y Alférez, G. H. (2020). Image recognition of Legacy blueberries in a Chilean smart farm through deep learning. *Computers and Electronics in Agriculture, 168,* 105044. https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105044

Restrepo Gómez, B. (2003). Investigación formativa e investigación productiva de conocimiento en la universidad. *Nómadas, 18,* 195-202. http://nomadas.ucentral.edu.co/index.php/31/articulos/18/461

Rojas, R. (2002). *Guía para realizar investigaciones sociales*. Plaza y Valdés.

Schwaber, K. (2004). *Agile project management with Scrum*. Microsoft Professional.

Sorokowski, P., Kulczycki, E., Sorokowska, A. y Pisanski, K. (2017). Predatory journals recruit fake editor. *Nature, 543*, 481-483. https://doi.org/10.1038/543481a

Sylnice, J. R. y Alférez, G. H. (2019). Dynamic evolution of simulated autonomous cars in the open world through tactics. En K. Arai, R. Bhatia y S. Kapoor (Eds.), *Proceedings of the future technologies conference (FTC) 2018* (Vol. 1, pp. 257–268). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-02686-8_21

Torres, M. y Alférez, G. H. (2014). Software architecture evolution in the open world through genetic algorithms. En H. R. Arabnia, L. Deligiannidis, G. Jandieri, A. M. Solo y F. G. Tinetti (Eds.), *International Conference on Software Engineering Research and Practice: The 2014 WorldComp Interna-*

tional Conference Proceedings (pp. 127–133). CSREA Press. http://worldcomp-proceedings.com/proc/p2014/SER3160.pdf

Universidad de Montemorelos. (2018). *Instituto de Ciencia de Datos*. https://icd.um.edu.mx

Universidad de Montemorelos. (2019). *Compromiso educativo*. http://crea.um.edu.mx/wp-content/uploads/2019/01/Plan-Institucional-de-Desarrollo-2016-2021.pdf

University of Cambridge. (s.f.). *Research projects list*. https://www.phpc.cam.ac.uk/pcu/research/research-projects-list/

Vicerrectoría Académica. (2018a). *Proyeto integrador: recrearse jugando*. http://crea.um.edu.mx/wp-content/uploads/2018/05/Ejemplo-Proyecto.pdf

Vicerrectoría Académica. (2018b). *Técnicas y estrategias de enseñanza y evaluación* (techreport). Universidad de Montemorelos.

White, E. G. (1955). *El Deseado de todas las gentes*. Pacific Press Publishing Association.

White, E. G. (1971). *Consejos para los maestros*. Pacific Press Publishing Association.

Wilcox, R. R. (2017). *Understanding and applying basic statistical methods using R*. Wiley.

Zabala, A. y Arnau, L. (2014). *Métodos para la enseñanza de las competencias*. Graó.

Biografía del autor

Germán Harvey Alférez Salinas es colombiano de nacimiento y mexicano por naturalización. Es catedrático en la Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de Montemorelos, México, y director-fundador del Instituto de Ciencia de Datos de esta institución. Tiene una gran pasión por la aplicación de la ciencia y la tecnología en las instituciones de la Iglesia Adventista del Séptimo Día.



Obtuvo su título de Ingeniería de Sistemas en la Universidad EAFIT (Colombia) en 2004. Luego recibió su título de *Master of Science in Information and Communication Technology* en Assumption University (Tailandia) en 2008, en donde fue premiado con el *President's award for academic excellence*. Después alcanzó su título de Doctor en Informática en la Universitat Politècnica de València (España) en 2013, en donde graduó con mención *Summa Cum Laude* y su tesis fue elegida como una de las mejores tesis de la universidad en el periodo 2013-2014. Asimismo, está certificado como *Data Science and Big Data Analyst* por el Massachusetts Institute of Technology (EE. UU). Actualmente, está realizando un posdoctorado

en el *Geoscience Research Institute*, Loma Linda University (EE. UU.).

Sus intereses de investigación incluyen computación de servicios, ingeniería dirigida por modelos, modelos en tiempo de ejecución, computación autónoma, ciencia de datos, datos masivos y líneas dinámicas de productos de software. Además, ha contribuido en varias publicaciones en revistas, conferencias científicas y capítulos de libros (Scopus h-index: 8).

Ha sido evaluador de proyectos del *NERC* (Reino Unido) y del CONACYT (México). También, ha sido evaluador de artículos en revistas tales como *Journal of Cereal Science* de Elsevier, *Machine Learning and Applications* de Springer, *IEEE Access*, *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology* (TOSEM), *Frontiers of Computer Science* de Springer, e *Informatics in Medicine Unlocked* de Elsevier. Además, ha sido evaluador de artículos de conferencias, tales como *Software Product Lines Conference* (SPLC), *International Conference on Research Challenges in Information Science* (RCIS) e *International Conference on Advanced Information Systems Engineering* (CAiSE).

Fue docente en Asia-Pacific International University (Tailandia) y ha dictado cursos como docente invitado en diversas universidades adventistas: Avondale College (Australia), Universidad Peruana Unión (Perú) y Middle East University (Líbano). Asimismo, ha liderado diversos proyectos de ciencia de datos para diferentes organizaciones de la Iglesia Adventista del Séptimo Día y se mantiene activo dictando presentaciones en varios países. Además, pertenece a la RELACI y a la *Adventist Human-Subject Researchers Association* (AHSRA), ambas redes de investigadores de la iglesia.

Es investigador adscrito al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del CONACYT (México) y al CONCYTEC (Perú), ambos organismos gubernamentales.

Disfruta estudiar la Biblia, salir a correr en las mañanas

y tocar el piano. Está casado con Doris, con quien tiene dos pequeños niños, Johan y Daniel. Con ellos pasa tiempo haciendo diversos proyectos, saliendo a caminar y participando en actividades de la iglesia.